



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Veröffentlichung  
⑯ DE 197 81 654 T 1

⑯ Int. Cl. 6:  
**B 09 B 5/00**  
C 22 B 7/00

- der internationalen Anmeldung mit der  
⑯ Veröffentlichungsnummer: WO 97/33703 in  
deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 int.Pat.ÜG)
- ⑯ Deutsches Aktenzeichen: 197 81 654.1  
⑯ PCT-Aktenzeichen: PCT/JP97/00851  
⑯ PCT-Anmeldetag: 17. 3. 97  
⑯ PCT-Veröffentlichungstag: 18. 9. 97  
⑯ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: 29. 4. 99

⑯ Unionspriorität:

8/58656	15. 03. 96	JP
8/259201	30. 09. 96	JP

⑯ Anmelder:

Ogihara Ecology Co., Ltd., Ota, JP; Kabushiki  
Kaisha Toshiba, Kawasaki, Kanagawa, JP

⑯ Vertreter:

HOFFMANN - EITLE, 81925 München

⑯ Erfinder:

Yokoyama, Yoshiaki, Ota, Gunma, JP; Ogihara,  
Teruhisa, Ota, Gunma, JP; Teshima, Koichi,  
Tokio/Tokyo, JP; Todoroki, Tomohiro, Tokiō/Tokyo,  
JP; Hayata, Terunobu, Tokio/Tokyo, JP; Tezuka,  
Fuminobu, Tokio/Tokyo, JP; Koyama, Masaō,  
Tokio/Tokyo, JP; Oyasato, Naohiko, Tokio/Tokyo, JP;  
Furuya, Tomiaki, Tokio/Tokyo, JP; Ogihara,  
Kaichiro, Ota, Gunma, JP

⑯ Bearbeitungseinrichtung, Bearbeitungssystem und Bearbeitungsverfahren

DE 197.81 654 T1  
15.09.98  
1

BEARBEITUNGSEINRICHTUNG, BEARBEITUNGSSYSTEM  
UND BEARBEITUNGSVERFAHREN

TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bearbeitungseinrichtung, ein Bearbeitungssystem und ein Bearbeitungsverfahren. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere eine Bearbeitungseinrichtung, ein Bearbeitungssystem und ein Bearbeitungsverfahren, welche Blei von einem Gegenstand entfernen, der eine schädliche Substanz wie Blei enthält, und betrifft eine Bearbeitungseinrichtung, ein Bearbeitungssystem, und ein Bearbeitungsverfahren zum Trennen einer Verbindung eines Gegenstands, der durch ein Metall, eine Legierung verbunden ist, und betrifft eine Bearbeitungseinrichtung, ein Bearbeitungssystem und ein Bearbeitungsverfahren für einen Gegenstand, der Metall und Harz enthält.

TECHNISCHER HINTERGRUND

Die enorme Menge an Abfall, die in der heutigen Gesellschaft anfällt, nimmt täglich zu, und daher besteht ein dringendes Bedürfnis nach der Einrichtung einer wirksamen Bearbeitungstechnik für den Abfall.

Obwohl verschiedene nützliche Substanzen im Abfall enthalten sind, werden sie infolge der Schwierigkeit der Abtrennung nicht vom Abfall getrennt, und wird der Abfall überwiegend

15.09.90

durch Deponien oder Verbrennungsverarbeitung bearbeitet. Vom Gesichtspunkt der Energieverschwendungen und der Erschöpfung der Ressourcen her müssen die nutzbaren Substanzen im Abfall soweit wie möglich über Trennung und Rückgewinnung wiederverwendet werden.

Darüber hinaus gibt es schädliche Substanzen im Abfall, die nicht nur schädlich für die Umwelt sind, sondern auch das Recycling des Abfalls erschweren. Wenn daher die schädlichen Substanzen wirksam von dem Abfall abgetrennt werden, kann der Abfall als Schatzkammer für Ressourcen wirksam recycelt werden, und kann der Einfluß auf die Umwelt oder Lebewesen auf den Minimalpegel verringert werden.

Um daher derartige schwierige Probleme wie die Umweltverschmutzung, die Erschöpfung von Ressourcen und die Energieverknappung zu umgehen, die in der modernen Gesellschaft auftreten, muß eine Technik zur wirksamen Verarbeitung des Abfalls eingerichtet werden.

Abfall nimmt jedoch seit einiger Zeit verschiedene komplexe Formen an, und es gibt viel Abfall, bei welchem mehrere unterschiedliche Materialien zu Verbundwerkstoffen vereinigt sind. Weiterhin gibt es Abfälle, welche schädliche Materialien enthalten. Um derartigen Verbundabfall als Ressourcen zu recyceln müssen die nutzbaren Substanzen und die schädlichen Substanzen selektiv abgetrennt und aus dem Abfall zurückgewonnen werden, bei welchem mehrere unterschiedliche Materialien vereinigt sind. Eine derartige Verarbeitungstechnik wurde noch nicht zur Verfügung gestellt.

Da eine harzbeschichtete Aluminiumfolie, die durch Aufeinanderlaminieren beispielsweise eines Harzfilms und einer Aluminiumfolie hergestellt wird, nicht teuer und hervorragend verarbeitbar ist, wird beispielsweise ein großes

DE 197 81 654 T1  
15.09.90

Volumen derartiger Materialien auf verschiedenen Gebieten verwendet, beispielsweise bei Verpackungshüllen für Lebensmittel oder Arzneimittel, einschließlich Verpackungshüllen für Beutel-Fertiggerichte.

Weiterhin wird eine harzbeschichtete Kupferlaminatfolie, die durch Zusammenlaminieren eines Harzfilms und einer Kupferfolie erhalten wird, ebenfalls in großen Mengen verwendet, und wird insbesondere in großen Mengen als Bauteil für elektronische Geräte verwendet, beispielsweise Leiterplatten, flexible Substrate, oder Filmträger für die TAB-Technik.

Eine wirksame Verarbeitungstechnik für die benutzten harzbeschichteten Aluminiumfolien oder harzbeschichteten Kupferlaminatfolien wurde jedoch nicht entwickelt, da es sich hierbei um Verbundwerkstoffabfälle handelt, die durch Vereinigung mehrerer unterschiedlicher Materialien hergestellt werden.

Herkömmlicherweise wird Abfall der benutzten harzbeschichteten Aluminiumfolien oder der harzbeschichteten Kupferlaminatfolien durch Deponieren oder Verbrennungsverarbeitung verarbeitet. Infolge des großen Raumbedarfs für die Deponieverarbeitung von Abfall tritt die Schwierigkeit auf, daß es immer schwieriger wird, derartig große Räume zu erlangen. Weiterhin gibt es im Falle der Verbrennung Schwierigkeiten in Bezug auf die Beschädigung des Ofens und die Erzeugung von Oxiden wie beispielsweise von Aluminium oder Kupfer.

Eine große Menge an elektrischer Energie wird zum Schmelzen von Aluminium oder Kupfer verwendet. Es stellt eine Energieverschwendun dar, bereits verhüttetes Aluminium oder Kupfer durch Verbrennung zu oxidieren. Daher ist es dringend

DE 197 81 654 T1  
15.09.90

erforderlich, daß eine Technik zur Verfügung gestellt wird, welche das Recyceln dieser Metalle im metallischen Zustand als Ressourcen ermöglicht.

Weiterhin enthalten Verbundabfälle, beispielsweise die Leiterplatten der voranstehend geschilderten elektronischen Geräte, eine große Menge an schädlichen Substanzen wie etwa Blei. Bei der herkömmlichen Technik wird infolge des niedrigen Schmelzpunktes und der hervorragenden Benetzbarkeit selbst in einer oxidierenden Atmosphäre eine Lotlegierung wie etwa eine Legierung auf Blei-Zinn-Grundlage in großem Ausmaß bei Lötverbindungen der verschiedenen Arten elektronischer Geräte verwendet.

Da Blei stark giftig ist, und zu Funktionsstörungen des Nervensystems oder der Fortpflanzungsorgane führen kann, wenn es vom Körper aufgenommen wird, wurde die Handhabung von Blei oder bleihaltigen Legierungen gesetzlich geregelt.

Infolge der jüngeren starken Befürchtungen in Bezug auf Umweltverschmutzung ist darüber hinaus die Abfallbearbeitung elektronischer Geräte und Bauteile, die eine Lotlegierung verwenden, welche bleihaltig ist, zu einem sozialen Problem geworden.

Verbundwerkstoffabfälle, beispielsweise Abfall in Form elektronischer Geräte, bei denen eine große Menge bleihaltiger Lotlegierungen verwendet werden, werden herkömmlicherweise hauptsächlich durch Deponieren verarbeitet, ebenso wie Industrieabfälle oder allgemeiner Abfall.

Wenn jedoch Verbundabfälle, die schädliche Substanzen wie beispielsweise Blei enthalten, wie im Falle von Abfall in Form elektronischer Geräte, durch Deponieren verarbeitet

DE 197 81 654 T1  
15.09.90

werden, kann der Bleianteil durch Niederschläge ausgewaschen werden, wodurch die Umgebung ernsthaft durch Verschmutzung des Bodens oder des Grundwassers beeinträchtigt wird. Da die Auflösung von Blei aus einer Legierung drastisch durch sauren Regen erhöht wird, gibt es ernsthafte Befürchtungen, daß hierdurch die Umwelt oder Lebewesen ernsthaft beeinträchtigt werden könnten.

Wenn daher Abfall, beispielsweise Abfall in Form elektronischer Geräte, welche schädliche Substanzen wie beispielsweise Blei enthalten, verarbeitet wird, ist es aus diesen Gründen erforderlich, daß die Verarbeitung nach der Abtrennung/Rückgewinnung von Blei erfolgt.

Momentan gibt es jedoch noch keine Technik zur wirksamen Rückgewinnung von Blei.

Da die Möglichkeit besteht, daß die Rückgewinnungskosten für Blei zu einer Erhöhung der Produktkosten führen, obwohl die Entwicklung bleifreien Lots, welches kein Blei enthält, gefordert wird und teilweise auch in der Praxis eingesetzt wird, gibt es zahlreiche, bislang ungelöste Schwierigkeiten in Bezug auf die Leistung und die Kosten. Daher wird immer noch eine große Menge an bleihaltigen Legierungen verwendet. Weiterhin wurde eine umfangreiche Menge an bleihaltigem Abfall erzeugt. Darüber hinaus wird irgendwo eine große Menge an Abfall gelagert, da es bislang noch keine wirksame und sichere Verarbeitungstechnik gibt.

Bei geänderter Betrachtungsweise können die Verbundwerkstoffabfälle, beispielsweise Leiterplatten der voranstehend geschilderten elektronischen Geräte, eine Schatzkammer für Ressourcen darstellen, wenn die schädliche Substanz abgetrennt werden kann. Sogenannte Abfälle können als Schatzkammer für Ressourcen angesehen werden, wenn sie

15.09.98

auf der Grundlage des relativen Wertes beurteilt werden. Wenn eine Technik, welche den Abfall als Ressourcen recycelt, und die nicht teuer ist, entwickelt werden kann, sind die sogenannten Abfälle eine Ressource und kein Abfall.

Obwohl in einer Leiterplatte verschiedene Arten elektronischer Bauteile enthalten sind, beispielsweise ein IC, eine LSI, ein Widerstand, ein Kondensator und dergleichen, und nützliche Metalle einschließlich Cu, Ni, Al, Au, Pt, Ta, W, Mo, Co, Cr und Harze vorhanden sind, sind hierunter Materialien, bei denen die Befürchtung besteht, daß sie knapp werden.

Da jedoch zahlreiche elektronische Bauteile auf einem Substrat angebracht sind, und mit der zunehmenden Tendenz der höheren Integration die Anzahl an Verbindungsabschnitten zunimmt, und dazu führt, daß der Verbindungsabstand kleiner wird, ist eine wirksame Trennung der elektronischen Bauteile vom Substrat sehr schwierig. Weiterhin weisen die Leiterplatte und die elektronischen Bauteile, wie voranstehend erwähnt, zahlreiche Lötverbindungsabschnitte auf, welche das giftige Blei enthalten. Dies ist einer der wesentlichsten Gründe dafür, daß eine wirksame Verarbeitung derartigen Abfalls in Form elektronischer Geräte verhindert wird.

Die vorliegende Erfindung dient zur Überwindung derartiger Schwierigkeiten. Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht daher in der Bereitstellung einer Verarbeitungseinrichtung, eines Verarbeitungssystems und eines Verarbeitungsverfahrens, welche es ermöglichen, wirksam und kostengünstig Gegenstände zu verarbeiten, welche die Metalle und die Harze als ihre Bestandteile enthalten.

16.09.96

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Verarbeitungseinrichtung, eines Verarbeitungssystems und eines Verarbeitungsverfahrens, welche eine Abtrennung/Rückgewinnung von Blei von Gegenständen ermöglichen, die Blei enthalten.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Verarbeitungseinrichtung, eines Verarbeitungssystems und eines Verarbeitungsverfahrens, welche es ebenfalls ermöglichen, den Harzbestandteil abzutrennen bzw. zurückzugewinnen, zusätzlich zur Abtrennung/Rückgewinnung von Blei von einem bleihaltigen Gegenstand.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Verarbeitungseinrichtung, eines Verarbeitungssystems und eines Verarbeitungsverfahrens, welche es ermöglichen, Verbindungen des Gegenstands zu unterbrechen, die durch eine Legierung verbunden sind.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Verarbeitungseinrichtung, eines Verarbeitungssystems und eines Verarbeitungsverfahrens, welche eine Trennung von Verbindungen des Gegenstands ermöglichen, die durch eine bleihaltige Legierung verbunden sind.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Verarbeitungseinrichtung, eines Verarbeitungssystems und eines Verarbeitungsverfahrens, welche es ermöglichen, auch den Harzbestandteil abzutrennen bzw. zurückzugewinnen, zusätzlich zur Trennung von Verbindungen des Gegenstands, der das Harz enthält, die durch eine bleihaltige Legierung als Bestandteil verbunden werden.

16.09.90

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Bearbeitungseinrichtung, eines Bearbeitungssystems und eines Bearbeitungsverfahrens, welche eine wirksame Abtrennung /Rückgewinnung eines Harzbestandteils und eines Metalls von einem Gegenstand ermöglichen, der das Harz und das Metall als Bestandteile aufweist.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Verarbeitungseinrichtung, eines Verarbeitungssystems und eines Verarbeitungsverfahrens, welche eine Abtrennung/Rückgewinnung des Harzes und mehrerer Metalle zusätzlich zur wirksamen Abtrennung des Harzbestandteils und der Metalle von dem Gegenstand ermöglichen, bei welchem das Harz und mehrere Metalle vereinigt vorgesehen sind.

#### BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung dient, um einen zu verarbeitenden Gegenstand zu verarbeiten, der ein Harz und ein Metall als Bestandteile aufweist, zur Bereitstellung einer Vorrichtung, welche das Harz zersetzt, so daß dieses zurückgewonnen wird, sowie einer Vorrichtung, welche das Metall verdampft, um dieses zurückzugewinnen.

Eine Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine Verarbeitungseinrichtung zur Verarbeitung eines Gegenstands, der ein Harz und ein Metall als Bestandteile aufweist, und weist eine erste gasdichte Zone auf, die mit einer Temperatureinstellvorrichtung und einer Druckeinstellvorrichtung versehen ist, zur Einstellung der Temperatur und des Drucks, um so selektiv das Harz des Gegenstands zu pyrolysern, eine zweite gasdichte Zone, die von der ersten gasdichten Zone durch eine Trennwand getrennt

15.09.90

ist, die geöffnet und geschlossen werden kann, und mit einer Temperatureinstellvorrichtung und einer Druckeinstellvorrichtung versehen ist, mit welchen die Temperatur bzw. der Druck eingestellt wird, um so selektiv das Metall in den Gegenstand zu verdampfen, eine erste Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung von Gasen, die durch die Pyrolyse des Harzes erzeugt werden, wobei die erste Rückgewinnungsvorrichtung mit der ersten gasdichten Zone verbunden ist, und weist eine zweite Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des aus dem Gegenstand verdampften Metalls auf, wobei die zweite Rückgewinnungsvorrichtung mit der zweiten gasdichten Zone verbunden ist.

Die erste gasdichte Zone dient zum selektiven Pyrolyseren des Harzes auf solche Weise, daß Metall (mit Ausnahme von Quecksilber) in dem Gegenstand nicht verdampft. Im allgemeinen kann, wenn der Gegenstand kompliziert ist, während der Verarbeitung der Gegenstand zum Teil oxidiert oder reduziert werden, oder kann sich sein Phasengleichgewichtszustand ändern, jedoch muß der Metallbestandteil (mit Ausnahme von Quecksilber) des Gegenstands nur in dem Gegenstand oder in der ersten luftdichten Zone verbleiben, ohne verdampft zu werden. Zusätzlich kann eine Temperatureinstellvorrichtung und eine Druckeinstellvorrichtung vorgesehen werden, zur Zersetzung des Harzes, während der Metallbestandteil des Gegenstands so übrigbleibt, daß er nicht wesentlich oxidiert wird.

Als Temperatureinstellvorrichtung können eine Heizvorrichtung und eine Temperaturmeßvorrichtung verwendet werden. Als Heizvorrichtung können unterschiedliche Arten der Konvektionsheizung, der Strahlungsheizung je nach Bedürfnis ausgewählt werden, oder es kann eine entsprechende Kombination verwendet werden. Es kann beispielsweise eine

DE 197 81 654 T9  
16.09.96

Widerstandsheizvorrichtung verwendet werden, oder es können Gase, Schweröl oder Leichtöl verbrannt werden. Weiterhin kann eine Induktionsheizvorrichtung verwendet werden. Als Temperaturmeßvorrichtung können verschiedene Arten von Temperatursensoren eingesetzt werden.

Das Harz wird selektiv zersetzt, so daß es verdampft (einschließlich Verdampfung nach einmaliger Umwandlung in den flüssigen Zustand), oder verkohlt, in einem Temperatur- und Druckzustand, bei welchen das Metall in dem Gegenstand in einer ersten gasdichten Zone nicht wesentlich oxidiert oder verdampft.

Daraufhin werden das Gas oder die Gase, die durch die Zersetzung des verdampften Harzes erzeugt werden, in einem ersten Rückgewinnungssystem kondensiert, jedoch können die rückgewonnenen Zersetzungprodukte des Harzes verbrannt werden, und so als Heizvorrichtung dienen. Wie voranstehend geschildert kann im allgemeinen, wenn der Gegenstand kompliziert ist und in großer Menge vorliegt, während der Verarbeitung der Gegenstand teilweise oxidiert oder reduziert werden, oder es kann sich sein Phasengleichgewichtszustand ändern. Wenn beispielsweise der Metallbestandteil des Gegenstands in dem ersten Rückgewinnungssystem vermischt wird, in welchem die Zersetzungprodukte des Harzes zurückgewonnen werden, kann er in einem späteren Verarbeitungsschritt abgetrennt bzw. zurückgewonnen werden.

Als Druckeinstellvorrichtung kann eine Absaug- oder Druckbeaufschlagungsvorrichtung oder eine Druckmeßvorrichtung verwendet werden. Als Absaugvorrichtung können verschiedene Arten von Vakuumpumpen eingesetzt werden, beispielsweise eine rotierende Pumpe, eine Öldiffusionspumpe, oder beispielsweise eine Booster-Pumpe. Als Druckbeaufschlagungsvorrichtung können Gase von einem Gasvorrat in das System eingelassen

16.03.98

Als Druckmeßvorrichtung kann beispielsweise ein Bourdon-Rohr oder ein Pirani-Meßgerät verwendet werden, abhängig von dem Vakuum oder dergleichen.

Eine Spülzone kann neben der ersten gasdichten Zone vorgesehen sein. Die Spülzone kann mit einer Druckeinstellvorrichtung versehen sein, beispielsweise einem Absaugsystem oder einer Druckbeaufschlagungsvorrichtung, und mit einer Temperatureinstellvorrichtung, welche den Gegenstand erwärmt oder kühlt. Zusätzlich kann ein Trägergaseinlaßsystem vorgesehen sein, durch welches das Gas in dem System ausgetauscht wird, wobei das Trägergaseinlaßsystem auch als das Druckbeaufschlagungssystem dient.

Ein Gegenstand wird in die erste gasdichte Zone von außerhalb der Einrichtung durch eine Spülzone eingeführt.

Durch Bereitstellung der Spülzone kann, wenn ein Gegenstand in die erste gasdichte Zone eingebracht wird, die erste gasdichte Zone gegenüber dem Außenabschnitt der Einrichtung abgeschlossen werden. Da die erste gasdichte Zone immer abgesaugt werden kann, um einen Zustand mit verringertem Druck aufrechtzuerhalten, kann darüber hinaus die Belastung der Vakuumpumpen verringert werden.

Entsprechen kann eine Spülzone neben der zweiten gasdichten Zone vorgesehen sein. Der Gegenstand wird nach außerhalb der Einrichtung von der zweiten gasdichten Zone über die Spülzone entnommen.

Durch Bereitstellung einer Spülzone hinter der zweiten gasdichten Zone kann, wenn der Gegenstand aus der zweiten gasdichten Zone entnommen wird, die zweite gasdichte Zone gegenüber der Außenseite der Einrichtung abgetrennt werden.

DE 197 81 654 T1  
15.09.1981

Da die Möglichkeit besteht, die zweite gasdichte Zone ständig abzusaugen, um einen Zustand mit verringertem Druck aufrechtzuerhalten, kann daher die Belastung einer Vakuumpumpe verringert werden. Bis die Temperatur des erwärmten Gegenstands ausreichend auf eine Temperatur abgekühlt ist, bei welcher der Gegenstand unter Atmosphärendruck nicht oxidiert wird, kann der Gegenstand gegenüber der Außenluft abgeschirmt werden.

Die Spülzone arbeitet daher vom Gesichtspunkt der Wartung der Einrichtung als auch der Aufrechterhaltung des verarbeiteten Gegenstands als Pufferzone zwischen der ersten und der zweiten gasdichten Zone und dem Äußeren der Einrichtung.

Die erste gasdichte Zone und die zweite gasdichte Zone der Verarbeitungseinrichtung werden durch eine Trennwand abgetrennt, die geöffnet und geschlossen werden kann. Die Trennwand hält, zusätzlich zur Gasdichtigkeit der jeweiligen Zonen die adiathermischen Eigenschaften der jeweiligen Zonen aufrecht. Es kann beispielsweise eine Vakuumtür, welche die Gasdichtigkeit der Zonen sicherstellen kann, mit einer adiathermischen Tür kombiniert werden, welche eine Wärmeisolierung aufrechterhalten kann. Wenn die erste und die zweite gasdichte Zone durch eine Trennwand mit Kombinationsaufbau getrennt sind, beispielsweise eine Kombination aus einer adiathermischen Tür, einer Vakuumtür, und einer adiathermischen Tür, so können die Gasdichtigkeit und die adiathermischen Eigenschaften der jeweiligen Zonen sichergestellt werden. Durch Anordnung einer adiathermischen Tür zwischen einer Vakuumtür und einer Zone, die durch die Vakuumtür abgeschlossen ist, kann selbst dann, wenn die Vakuumtür starken Wärmebelastungen ausgesetzt ist, die Vakuumtür gegen diese Wärmebelastungen geschützt werden. In diesem Fall kann die Vakuumtür gegen die Wärme der ersten und der zweiten gasdichten Zone geschützt werden.

15.09.96

Eine derartige Trennwand kann selbstverständlich zwischen der Außenseite der Einrichtung und einer Spülzone angeordnet sein, zwischen der Spülzone und einer ersten gasdichten Zone, zwischen einer zweiten gasdichten Zone und einer Spülzone, jedoch hängt es von den jeweiligen Anforderungen ab, welche Art einer Trennwand vorgesehen werden sollte. Wenn beispielsweise die Wärmebelastung des Spülraums gering ist, kann eine Vakuumtür eingesetzt werden.

In einer ersten gasdichten Zone, in welche der zu bearbeitende Gegenstand eingebracht wurde, kann der Zustand eines Metalls in dem Gegenstand beibehalten werden, und kann der Temperatur/Druckzustand so eingestellt werden, daß selektiv das Harz zersetzt wird. Der Temperatur/Druckzustand kann vorher eingestellt werden, oder kann durch Rückkopplung der Meßwerte für die Temperatur und des Drucks zur Heizvorrichtung, zur Druckeinstellvorrichtung und dergleichen geregelt werden. Die zweite gasdichte Zone kann auf dieselbe Art und Weise arbeiten.

Wenn in der ersten gasdichten Zone ein verringelter Druck zur Verfügung gestellt wird, wird auch die Sauerstoffkonzentration verringert, so daß es weniger wahrscheinlich ist, daß der Gegenstand schnell oxidiert wird. Obwohl von dem Harz infolge der Erwärmung eine große Menge an Zersetzungsgasen erzeugt wird, erzeugt im allgemeinen das Harz kaum Sauerstoff bei der Zersetzung. Darüber hinaus werden die Zersetzungsprodukte des Harzes ebenfalls einfach verdampft.

Weiterhin nimmt die Wärmeleitfähigkeit in der gasdichten Zone bei verringertem Druck ab. Wenn in der ersten gasdichten Zone jedoch eine nicht-oxidierende Atmosphäre vorhanden ist, wird selbst unter Atmosphärendruck oder unter erhöhtem Druck der

15.09.98

Gegenstand nicht wesentlich oxidiert. Wenn daher im Inneren der ersten gasdichten Zone eine nicht-oxidierende Atmosphäre vorhanden ist, ist eine Druckbeaufschlagung möglich, und kann die Wärmeleitfähigkeit in dem System verbessern.

Eine erste Rückgewinnungsvorrichtung dient zur Rückgewinnung der erzeugten Zersetzungsgase des Harzes, welches in dem Gegenstand vorhanden ist. Hierbei kann das Harz entweder ein Kunstharz oder ein natürliches Harz sein, oder eine Mischung derartiger Harze.

Als erste Rückgewinnungsvorrichtung kann ein Ölverflüssiger verwendet werden, der Gas zu Öl verflüssigt, so daß beim Kondensieren das Gas in Öl umgewandelt wird. Darüber hinaus können, wenn derartige Gase wie Halogene, halogenierte Kohlenwasserstoffe in den entstehenden Zersetzungsgasen des Harzes enthalten sind, diese unter Zuhilfenahme beispielsweise eines Katalysators zersetzt werden.

Wie voranstehend geschildert kann das Schweröl oder Leichtöl, welches in der ersten Rückgewinnungsvorrichtung zurückgewonnen wird, zur Erhitzung der ersten oder der zweiten gasdichten Zone verwendet werden.

Weiterhin kann die erste Rückgewinnungsvorrichtung in mehreren Systemen vorgesehen sein, oder so angeschlossen sein, daß mehrere Stufen ausgebildet werden.

Der Harzbestandteil des Gegenstands wird praktisch vollständig in der ersten gasdichten Zone thermisch zersetzt, und das entstehende Zersetzungsgas wird zurückgewonnen. Daher wird ein Metallbestandteil in dem Gegenstand nicht verdampft, und bleibt in dem Gegenstand. Darüber hinaus ist ein großer Anteil des Harzes in dem Gegenstand als Karbid vorhanden. Zusätzlich wird in diesem Zustand der Gegenstand von der

ersten gasdichten Zone zur zweiten gasdichten Zone übertragen.

In der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung wird der in der ersten gasdichten Zone erwärmte Gegenstand in die zweite gasdichten Zone eingeführt, ohne abgekühlt zu werden. Daher kann die zugeführte Energie bei der zweiten gasdichten Zone wesentlich verringert werden, und kann der Zeitraum für die Erhitzung verkürzt werden.

Die Temperatur/Druckbedingungen in der zweiten gasdichten Zone, in welche der Gegenstand eingebracht wird, werden so eingestellt, daß das Metall in dem Gegenstand verdampft wird. Wenn die zweite gasdichte Zone unter verringerten Druck gesetzt wird, kann das Metall in dem Gegenstand bei einer niedrigeren Temperatur als unter Atmosphärendruck verdampfen. Da die Sauerstoffkonzentration so abnimmt, daß in der zweiten gasdichten Zone eine nicht-oxidierende Atmosphäre vorhanden ist, kann darüber hinaus das verdampfte Metall in metallischen Zustand gehalten werden.

Beispielsweise beträgt der Siedepunkt von Zn bei 706 Torr 1203 K, jedoch bei 1 Torr 743 K, und bei  $10^{-4}$  Torr 533 K.

Zwar beträgt der Siedepunkt von Pb bei 706 Torr (1 Atmosphäre) 2017 K, jedoch 1100 K bei  $10^{-1}$  Torr, und 900 K bei  $10^{-3}$  Torr.

In der zweiten gasdichten Zone kann daher ein Metall entsprechend dem Druck/Temperaturzustand selektiv verdampft werden.

Da praktisch das sämtliche Harz des Gegenstands in Karbid umgewandelt wird, wenn er in die zweite gasdichte Zone eingebracht wird, erzeugt die Verdampfung des Metalls von dem

15.09.90

Gegenstand praktisch kein Zersetzungsgas. Das verdampfte Metall kann daher als Metall mit hohem Reinheitszustand zurückgewonnen werden, was die Belastung der Vakuumpumpe verringert.

Die zweite Rückgewinnungsvorrichtung dient zur Rückgewinnung des Metalls, welches in der zweiten gasdichten Zone verdampft wurde.

Wenn beispielsweise eine Rückgewinnungskammer zwischen der zweiten gasdichten Zone und einem Auslaßsystem angebracht wird, kann das in der Kammer verdampfte Metall auf eine Temperatur abgekühlt werden, die niedriger ist als sein Schmelzpunkt, so daß es kondensiert und zurückgewonnen wird. Der Innenaufbau der Rückgewinnungskammer kann beispielsweise als Gegenflußanordnung oder Spiralanordnung ausgebildet sein. Stattdessen kann zwischen der Rückgewinnungskammer und der zweiten gasdichten Zone, zwischen der Rückgewinnungskammer und dem Auslaßsystem, ein Ventil oder eine Trennwand angeordnet werden, welches bzw. welche geöffnet und geschlossen werden kann. Wenn das von dem Gegenstand verdampfte Metall in die Rückgewinnungskammer eingebracht wird, kann daher die Rückgewinnungskammer geschlossen werden, damit das Metall abkühlt und kondensiert, um zurückgewonnen zu werden.

Selbst wenn das verdampfte Metall kondensiert wird, kontinuierlich zurückgewonnen wird, oder selbst dann, wenn es portionsweise kondensiert und zurückgewonnen wird, kann der Rückgewinnungswirkungsgrad erhöht werden, wenn die Aufenthaltszeit des verdampften Metalls in der Rückgewinnungskammer lang gewählt werden kann.

Weiterhin kann N<sub>2</sub> oder können Edelgase in die zweite gasdichte Zone als Trägergas eingegeben werden. Das

verdampfte Metall kann wirksam der Rückgewinnungskammer durch das Trägergas zugeführt werden.

Mehrere der Systeme der zweiten Rückgewinnungsvorrichtung können vorgesehen sein. Mehrere zweite Rückgewinnungsvorrichtungen können dazu verwendet werden, dasselbe Metall zurückzugewinnen, oder durch stufenweise Einstellung der Temperatur und des Drucks in der zweiten gasdichten Zone können mehrere Metalle selektiv verdampft werden, um zurückgewonnen zu werden, durch Umschaltung der zweiten Rückgewinnungsvorrichtung, die aus mehreren Systemen besteht.

Weiterhin kann die zweite Rückgewinnungsvorrichtung so angeschlossen sein, daß sie mehrere Stufen ausbildet.

Eine Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung dient daher zur Verarbeitung eines zu verarbeitenden Gegenstands, der ein Harz und ein Metall als Bestandteile aufweist. Die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ermöglicht, durch Anordnung der ersten gasdichten Zone, in welcher der Harzbestandteil des Gegenstands zersetzt wird, vor der zweiten gasdichten Zone, in welcher der Metallbestandteil des Gegenstands verdampft wird, eine Verarbeitung eines Gegenstands, der Harz und Metall als Bestandteile aufweist. Das Zersetzungsgasproduktgas, welches in großen Mengen in der gasdichten Zone erzeugt wird, des Harzes in dem Gegenstand kann durch die erste Rückgewinnungseinheit zurückgewonnen werden, die an die erste gasdichte Zone angeschlossen ist. In der zweiten gasdichten Zone können daher eine Erhitzung und eine Druckherabsetzung durchgeführt werden, die zur Verdampfung des Metalls ausreichen.

15.09.90

Da in der ersten gasdichten Zone das Harz selektiv unter solchen Bedingungen pyrolysiert wird, unter welchen das Metall des Gegenstands nicht wesentlich oxidiert oder verdampft wird, wird darüber hinaus das Metall in metallischem Zustand von dem Gegenstand abgetrennt und zurückgewonnen.

Die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung kann weiterhin mit einer Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung versehen sein, die zur Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der ersten gasdichten Zone dient.

Durch Bereitstellung der Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung kann eine selektive Pyrolyse des Harzbestandteils des Gegenstands gefördert werden. Weiterhin können in der ersten gasdichten Zone eine Temperatureinstellvorrichtung und eine Druckeinstellvorrichtung sowie eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung vorgesehen werden, um das Harz selektiv zu pyrolysiieren, während das Metall so verbleibt, daß es nicht wesentlich oxidiert wird.

Die vorliegende Verarbeitungseinrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß sie in der ersten gasdichten Zone mit einer Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung versehen ist.

Durch Verwendung der Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung kann die Sauerstoffkonzentration in der ersten gasdichten Zone unabhängig vom Gesamtdruck in der ersten gasdichten Zone eingestellt werden.

Durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der ersten gasdichten Zone kann das Ausmaß an Freiheit für die Verarbeitung in der ersten gasdichten Zone gefördert werden.

19 15.09.96

Ohne Beeinträchtigung des Wärmeleitvermögens in der ersten gasdichten Zone kann beispielsweise der Zustand des Metallbestandteils des Gegenstands aufrechterhalten werden. Weiterhin kann unter erhöhtem Druck das Harz wirksamer zerlegt werden.

Als Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung können ein Sauerstoffkonzentrationssensor, der eine Sauerstoffkonzentrationsmeßvorrichtung darstellt, und ein Trägergaseinlaßsystem verwendet werden.

Als Sauerstoffkonzentrationssensor kann beispielsweise ein sogenannter Zirkonoxidsensor verwendet werden, der Zirkonoxid verwendet, oder es kann die Absorption beispielsweise von CO und CO<sub>2</sub> durch Infrarotspektrometrie gemessen werden. Weiterhin kann ein GC-MS-Verfahren (Kombination von Gaschromographie mit Massenspektrometrie) eingesetzt werden, oder es kann eine entsprechende Auswahl oder Kombination dieser Maßnahmen eingesetzt werden.

Als Trägergas kann beispielsweise N<sub>2</sub> oder ein Edelgas wie etwa Ar verwendet werden. Weiterhin wird durch dieses Trägergas nicht nur die Sauerstoffkonzentration in der ersten gasdichten Zone gesteuert, sondern kann auch das Zersetzungsgas des Harzes wirksam der ersten Rückgewinnungsvorrichtung zugeführt werden. Weiterhin kann dies gleichzeitig als Drucksteuervorrichtung arbeiten.

Weiterhin können mehrere zweite gasdichte Zonen vorgesehen werden. Eine Verarbeitungseinrichtung verarbeitet daher einen Gegenstand, der verarbeitet werden soll, und der ein Harz und ein erstes Metall und ein zweites Metall als Bestandteile aufweist, und weist eine erste gasdichte Zone auf, die mit einer Temperatureinstellvorrichtung und einer Druckeinstellvorrichtung sowie einer

20 15.09.90

Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung versehen ist, und selektiv das Harz pyrolysiert, eine zweite gasdichte Zone, die mit einer Temperatureinstellvorrichtung und einer Druckeinstellvorrichtung versehen ist, und selektiv das erste Metall in dem Gegenstand verdampft, der von der ersten gasdichten Zone durch eine Trennwand abgetrennt ist, die geöffnet und geschlossen werden kann, eine dritte gasdichte Zone, die mit einer Temperatureinstellvorrichtung und einer Druckeinstellvorrichtung versehen ist, und selektiv das zweite Metall in dem Gegenstand verdampft, der von der zweiten gasdichten Zone durch eine Trennwand getrennt ist, die geöffnet und geschlossen werden kann, eine erste Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung von Gas, das durch Zersetzung des Harzes erzeugt wird, und die an die erste gasdichte Zone angeschlossen ist, eine zweite Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des ersten Metalls, welches von dem Gegenstand verdampft ist, und die an die zweite gasdichte Zone angeschlossen ist, sowie eine dritte Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des zweiten Metalls, welches von dem Gegenstand verdampft ist, und die an die dritte gasdichte Zone angeschlossen ist.

Der Aufbau dieser Verarbeitungseinrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß mehrere zweite gasdichte Zonen vorgesehen sind. Durch Bereitstellung mehrerer gasdichter Zonen können mehrere Metalle, die in dem Gegenstand enthalten sind, jeweils selektiv verdampft und zurückgewonnen werden.

Die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung dient zur Bearbeitung eines zu bearbeitenden Gegenstands, der als Bestandteile Harz und Metall aufweist, und weist eine gasdichte Kammer auf, in welcher der Gegenstand gehalten werden kann, und die gasdichte Kammer ist mit einer Temperatureinstellvorrichtung, einer Druckeinstellvorrichtung und einer Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung

versehen; es ist eine Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung von Gasen vorgesehen, die durch Pyrolyse des Harzes erzeugt werden, wenn die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß das Harz des zu bearbeitenden Gegenstands pyrolysiert wird, und die erste Rückgewinnungsvorrichtung ist an die gasdichte Kammer angeschlossen; und weiterhin ist eine zweite Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung eines ersten Metalls vorgesehen, welches aus dem Gegenstand verdampft, wenn die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß das erste Metall des Gegenstands selektiv verdampft wird, wobei die zweite Rückgewinnungsvorrichtung mit der gasdichten Kammer verbunden ist. Die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung kann weiterhin mit einer dritten Rückgewinnungsvorrichtung versehen sein, die so angeordnet ist, daß sie an die gasdichte Kammer angeschlossen ist, und welche das zweite Metall zurückgewinnt, welches aus dem Gegenstand verdampft wird, wenn die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß selektiv das zweite Metall in dem Gegenstand verdampft wird.

Eine erste Rückgewinnungsvorrichtung kann das Gas zurückgewinnen, welches durch Zersetzung des Harzes erzeugt wird, wenn die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird, während das erste und das zweite Metall in dem Gegenstand im wesentlichen nicht oxidiert werden.

Die Verarbeitungseinrichtung kann, anders als bei der voranstehend geschilderten Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, welche mit mehreren gasdichten Zonen versehen ist, die unterschiedliche Bedingungen aufweisen,

15.09.98

etwa in Bezug auf die Temperatur, den Druck, und die Sauerstoffkonzentration in dem gasdichten Behälter, eine Vorrichtung aufweisen, welche die Bedingungen in einer gasdichten Kammer ändert, sowie mehrere Rückgewinnungsvorrichtungen entsprechend den Bedingungen in dem System.

Eine Temperatureinstellvorrichtung in der gasdichten Kammer, also als die Temperatureinstellvorrichtung für den Gegenstand, kann ähnlich wie bei der Verarbeitungseinrichtung der voranstehend geschilderten vorliegenden Erfindung eine Heizvorrichtung und Temperatursensor eingesetzt werden. Zur Erhitzung können verschiedene Arten von Heizvorrichtungen eingesetzt werden, beispielsweise Konvektions- oder Strahlungsheizungen, allein oder in Kombination, je nach Bedürfnis.

Als Druckeinstellvorrichtung können, ebenso wie bei der Verarbeitungseinrichtung gemäß der voranstehend geschilderten vorliegenden Erfindung eine Absaugvorrichtung, eine Druckbeaufschlagungsvorrichtung und eine Druckmeßvorrichtung verwendet werden. Als Absaugvorrichtung können verschiedene Arten von Vakuumpumpen verwendet werden, beispielsweise eine Drehpumpe, eine Öldiffusionspumpe, oder eine Booster-Pumpe. Als Druckbeaufschlagungsvorrichtung können beispielsweise Gas in das System aus einem Gasvorrat eingelassen werden. Als Druckmeßvorrichtung können ein Bourdon-Rohr oder ein Pirani-Meßgerät eingesetzt werden, abhängig von dem zu messenden Vakuumbereich.

Auch als Sauerstoffkonzentrationsmeßvorrichtung können entsprechend ein Sauerstoffkonzentrationssensor und ein Trägergaseinlaßsystem verwendet werden.

23 15.09.98

Die Rückgewinnungsvorrichtung kann ebenso ausgebildet sein wie bei der voranstehend geschilderten Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

Als erste Rückgewinnungsvorrichtung kann daher beispielsweise ein Gerät vorgesehen werden, welches das Zersetzungproduktgas des Harzes kondensiert und in Öl umwandelt, um es zurückzugewinnen. Das durch dieses Gerät zur Verfügung gestellte Öl kann darüber hinaus zum Heizen verwendet werden.

Als zweite oder dritte Rückgewinnungsvorrichtung kann beispielsweise eine Rückgewinnungskammer, die ein Absaugsystem aufweist, an die gasdichte Zone angeschlossen sein, um das Metall zu kondensieren bzw. zurückzugewinnen, welches in der Kammer verdampft wurde, und zwar durch Abkühlung des Metalls unterhalb des Schmelzpunkts des Metalls. Im Inneren der Rückgewinnungskammer kann eine Gegenflußanordnung oder eine Spiralanordnung vorgesehen sein. Stattdessen kann zwischen der Rückgewinnungskammer und der zweiten gasdichten Zone, zwischen der Rückgewinnungskammer und dem Absaugsystem ein Ventil oder eine Trenneinrichtung vorgesehen sein, welche geöffnet und geschlossen werden kann. Wenn das aus dem Gegenstand verdampfte Metall in die Rückgewinnungskammer eingebracht wird, wird dann die Rückgewinnungskammer geschlossen, um abzukühlen, wodurch das Metall für die Rückgewinnung kondensiert wird.

Das Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Verarbeitungssystem zur Verarbeitung eines zu verarbeitenden Gegenstands, der Blei als Bestandteil aufweist, und welches eine gasdichte Kammer aufweist, in welcher der zu verarbeitende Gegenstand gehalten wird; eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer; eine Druckeinstellvorrichtung zur

Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer; eine Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung, so daß das Blei in dem Gegenstand selektiv verdampft wird; und zumindest eine Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des Bleis, welches aus dem Gegenstand verdampft wurde, wobei die Rückgewinnungsvorrichtung mit der gasdichten Kammer verbunden ist.

Weiterhin weist das Verarbeitungssystem eine gasdichte Kammer auf, in welcher ein Gegenstand gehalten wird, der bearbeitet wird, und welcher Blei und Harz als Bestandteile aufweist, eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer, eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer, eine erste Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung auf solche Weise, daß das Harz selektiv pyrolysiert wird, während die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer solche Werte aufweisen, daß das Blei in dem Gegenstand im wesentlichen nicht verdampft wird, eine zweite Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung auf solche Weise, daß die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß selektiv das Blei in dem Gegenstand verdampft wird, eine erste Rückgewinnungsvorrichtung, die mit der gasdichten Kammer verbunden ist, und das Gas zurückgewinnt, welches durch Zersetzung des Harzes erzeugt wird, sowie eine zweite Rückgewinnungsvorrichtung, die mit der gasdichten Kammer verbunden ist, und das aus dem Gegenstand verdampfte Blei zurückgewinnt.

Das Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Verarbeitungssystem zur Verarbeitung eines zu verarbeitenden Gegenstands, der Blei und Harz als Bestandteile aufweist, welches eine gasdichte Kammer aufweist, in welcher der zu bearbeitende Gegenstand gehalten werden kann; eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer; eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer; eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung zur Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer; eine erste Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung auf solche Weise, daß das Harz des Gegenstands selektiv pyrolysiert wird; eine zweite Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung auf solche Weise, daß infolge der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer das Blei in dem Gegenstand selektiv verdampft werden kann; zumindest eine erste Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung von Gasen, die durch Pyrolyse des Harzes erzeugt werden, wobei die erste Rückgewinnungsvorrichtung mit der gasdichten Kammer verbunden ist; und zumindest eine zweite Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des Bleis, welches aus dem zu verarbeitenden Gegenstand verdampft wurde, wobei die zweite Rückgewinnungsvorrichtung mit der gasdichten Kammer verbunden ist.

Die erste Steuervorrichtung kann die Temperatureinstellvorrichtung und die Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung so steuern, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird, während die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer auf

15. DE 1978 1 654 T1

solchen Werten gehalten werden, daß das Blei in dem Gegenstand im wesentlichen nicht oxidiert wird.

Ein Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, der Blei als Bestandteil aufweist, umfaßt die Schritte, eine gasdichte Kammer abzudichten, nachdem der zu bearbeitende Gegenstand in die gasdichte Kammer eingebracht wurde; die Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß das Blei in dem Gegenstand selektiv verdampft wird; und die Rückgewinnung des Bleis, welches aus dem Gegenstand verdampft wurde.

Das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung kann einen Schritt aufweisen, bei welchem die gasdichte Kammer abgedichtet wird, nachdem der Gegenstand eingebracht wurde, der Blei und Harz als Bestandteile aufweist, einen ersten Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß selektiv das Harz in dem Gegenstand pyrolysiert wird, einen zweiten Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß selektiv das Blei in dem Gegenstand verdampft wird, einen ersten Rückgewinnungsschritt zur Rückgewinnung des Gases, welches durch Pyrolyse des Harzes erzeugt wird, und einen zweiten Rückgewinnungsschritt zur Rückgewinnung des aus dem Gegenstand verdampften Bleis.

Weiterhin weist das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung die Schritte auf, die gasdichte Kammer nach Einbringen des zu verarbeitenden Gegenstands abzudichten, welches Blei und Harz als Bestandteile aufweist, einen ersten Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird, einen zweiten Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und des

Drucks in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß selektiv das Blei in dem Gegenstand verdampft wird, einen ersten Rückgewinnungsschritt zur Rückgewinnung des Gases, welches durch die Pyrolyse des Harzes erzeugt wird, und einen zweiten Rückgewinnungsschritt zur Rückgewinnung des aus dem Gegenstand verdampften Bleis.

Zusätzlich kann in dem ersten Steuerschritt die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so eingestellt sein, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird, während das Blei in dem Gegenstand im wesentlichen nicht oxidiert wird.

Diese Verarbeitungssysteme und Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung können Blei von einem bleihaltigen Gegenstand abtrennen und zurückgewinnen.

Der erste Steuerschritt kann beispielsweise dadurch verwirklicht werden, daß die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer auf unterhalb von 10 Vol.-% eingestellt wird. Durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration kann eine Oxidation des Bleis verhindert werden.

Weiterhin kann in dem ersten Steuerschritt die Temperatur in der gasdichten Kammer beispielsweise auf dem Bereich von 323 bis 1073 K eingestellt werden.

Darüber hinaus kann der erste Steuerschritt auch dadurch verwirklicht werden, daß der Druck in der gasdichten Kammer auf dem Bereich von etwa 760 bis 10 Torr eingestellt wird. Durch Einstellung des Drucks kann Blei bei niedriger Temperatur verdampft werden.

Der zweite Steuerschritt kann dadurch verwirklicht werden, daß der Druck in der gasdichten Kammer auf den Bereich von

etwa  $6 \cdot 10^2$  bis  $7,6 \times 10^3$  Torr eingestellt wird. Durch selektive Pyrolyse des Harzes mittels Druckbeaufschlagung kann die Pyrolyse des Harzes beschleunigt werden.

Weiterhin kann der zweite Steuerschritt beispielsweise dadurch verwirklicht werden, daß die Temperatur in der gasdichten Kammer auf den Bereich von 713 bis 2273 K eingestellt wird.

Das vorliegende Verarbeitungssystem und entsprechende Verfahren zeichnen sich hauptsächlich dadurch aus, daß ein zu bearbeitender Gegenstand in eine gasdichte Kammer eingebracht wird, und selektiv Blei in dem Gegenstand verdampft wird, durch Einstellung der Temperatur, des Drucks, und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer, um das Blei in dem Gegenstand von diesem abzutrennen und zurückzugewinnen. Darüber hinaus kann ein anderes Metall als Blei von dem Gegenstand abgetrennt und rückgewonnen werden, durch Steuern des Inneren der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß dort eine vorbestimmte Temperatur und ein vorbestimmter Druck herrscht, durch welche selektiv das Metall verdampft werden kann.

Wenn der zu verarbeitende Gegenstand Blei und Harz enthält, wird zuerst, durch Erwärmung des zu verarbeitenden Gegenstands unter solchen Bedingungen, bei welchem Blei nicht verdampft und nicht oxidiert wird, der Harzanteil selektiv pyrolysiert (Vergasung, Umwandlung in Öl, Verkohlung), und daraufhin wird Blei selektiv verdampft, um das verdampfte Blei in metallischem Zustand zurückzugewinnen. Hierbei kann das Harz ein Kunstharz oder ein natürliches Harz oder eine Kombination dieser Harze sein. Im allgemeinen kann ein großer Anteil thermoplastischer Harze durch Verdampfung, Umwandlung in Öl durch Erhitzung zurückgewonnen werden, jedoch wird bei thermisch aushärtenden Harzen ein großer Anteil verkohlt,

verdampft. Durch selektive Pyrolyse des Harzbestandteils in dem Gegenstand kann auf jeden Fall das Blei wirksam zurückgewonnen werden.

Als Geräteabschnitt des Verarbeitungssystems kann beispielsweise die voranstehend geschilderte Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Beispielsweise durch allmähliche Einstellung derartiger Bedingungen wie Temperatur, Druck, Sauerstoffkonzentration im Inneren einer gasdichten Kammer, kann die selektive Pyrolyse des Harzes und die Verdampfung von Blei durchgeführt werden. Durch Anordnung mehrerer gasdichten Zonen, die unterschiedliche Bedingungen im Hinblick auf die Temperatur, den Druck, die Sauerstoffkonzentration aufweisen, und durch stufenweise Übertragung des Gegenstands durch Öffnen/Schließen einer Trenneinrichtung, welche jeweils zwei gasdichten Zonen voneinander trennt, kann die selektive Pyrolyse des Harzes und die Verdampfung von Blei durchgeführt werden.

Als Temperatureinstellvorrichtung kann eine Heizvorrichtung und eine Temperaturmeßvorrichtung verwendet werden. Als Heizvorrichtung kann Widerstandserhitzung eingesetzt werden, oder die Verbrennung von Öl wie etwa Schweröl oder Leichtöl verwendet werden. Weiterhin lässt sich Induktionsheizung einsetzen. Als Meßvorrichtung lassen sich verschiedene Arten von Thermometern verwenden.

Durch Steuern der Temperatur, des Drucks, der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer kann unter solchen Temperatur/Druckbedingungen, bei welchen das Blei in dem Gegenstand nicht oxidiert oder verdampft wird, das Harz selektiv pyrolysiert werden, so daß es verdampft (die verdampften Produkte nach der Umwandlung in Öl enthält), oder verkohlt. Zwar wird das Zersetzungsgas des verdampften

Harzes an der ersten Rückgewinnungsvorrichtung zurückgewonnen, jedoch kann das zurückgewonnene Zersetzungsgas des Harzes verbrannt werden, um als Heizeinrichtung zu dienen.

Als Druckeinstellvorrichtung kann eine Absaugvorrichtung oder eine Druckbeaufschlagungsvorrichtung sowie eine Druckmeßvorrichtung eingesetzt werden. Als Absaugvorrichtung können verschiedene Arten von Vakuumpumpen vorgesehen werden, beispielsweise eine Drehpumpe, eine Oldiffusionspumpe oder eine Booster-Pumpe, je nach Anforderungen, beispielsweise in Bezug auf das Ausmaß des Vakuums, oder die Saugleistung. Als Druckbeaufschlagungsvorrichtung kann beispielsweise ein Gas in das System von einem Gasvorrat aus eingelassen werden.

Zusätzlich kann ein Trägergas in die gasdichte Kammer eingelassen werden, und durch Druckbeaufschlagung des Gases durch Einstellung beispielsweise eines Ventils des Absaugsystems oder durch Einstellung der Einlaßflußrate kann dieses als Druckbeaufschlagungsvorrichtung dienen.

Als Druckmeßvorrichtung kann ein Bourdon-Rohr oder ein Pirani-Meßgerät verwendet werden, entsprechend dem zu messenden Vakumbereich.

Weiterhin kann in dem Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung zusätzlich zur Temperatureinstellvorrichtung und zur Druckeinstellvorrichtung eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung vorgesehen sein, welche die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer einstellt.

Durch Bereitstellung der Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung kann die

15.07.90

Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer unabhängig vom Gesamtdruck eingestellt werden. Durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer kann ein großes Ausmaß an Freiheiten in Bezug auf die Verarbeitung in der gasdichten Kammer erzielt werden. Ohne Beeinträchtigung des Wärmeleitvermögens in der gasdichten Kammer kann beispielsweise das Harz selektiv pyrolysiert werden. Weiterhin kann verhindert werden, daß eine Oxidation oder Verdampfung des Metallbestandteils des Gegenstands auftritt.

Wenn der zu verarbeitende Gegenstand ein Harz als Bestandteil aufweist, kann insbesondere durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer, während der Zustand des Bleis im wesentlichen unverändert bleibt, das Harz wirksamer pyrolysiert werden. Beispielsweise durch Druckbeaufschlagung des Inneren der gasdichten Kammer auf einen Druck von 1 bis 10 Atmosphären, wobei eine nicht-oxidierende Atmosphäre aufrechterhalten wird, kann eine wirksamere und selektive Pyrolyse des Harzes durchgeführt werden.

Als Sauerstoffkonzentrationsmeßvorrichtung kann beispielsweise ein Sauerstoffkonzentrationssensor verwendet werden, der eine Sauerstoffkonzentrationsmeßvorrichtung darstellt, sowie ein Trägergaseinlaßsystem.

Als Sauerstoffkonzentrationssensor kann beispielsweise ein Zirkonoxidsensor verwendet werden, der Zirkonoxid verwendet, oder es kann die Absorption von beispielsweise CO und CO<sub>2</sub> mit einem Infrarotspektrometer gemessen werden. Weiterhin kann GC-MS eingesetzt werden, oder je nach Anforderungen eine Kombination derartiger Maßnahmen.

Weiterhin ist das Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung mit einer Steuervorrichtung versehen, welche

15.09.90

beispielsweise die Temperatureinstellvorrichtung, die Druckeinstellvorrichtung oder die Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung steuert. Die Steuervorrichtung dient zum Steuern der Temperatur, des Drucks oder der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer, um so das Harz selektiv zu pyrolyseren, und selektiv Blei in dem Gegenstand zu verdampfen. Diese Steuervorrichtung koppelt, unter Messung des Zustands in der gasdichten Kammer mit dem voranstehend geschilderten Temperatursensor, dem Drucksensor oder dem Sauerstoffkonzentrationssensor, die Meßwerte an die Heizvorrichtung, das Absaugsystem, Druckbeaufschlagungssystem bzw. das Trägergaseinlaßsystem zurück, um den Zustand in der gasdichten Kammer zu optimieren.

Zusätzlich kann eine derartige Kontrolle durch einen Benutzer durch Betätigung der Heizvorrichtung, der Absaugvorrichtung, der Druckbeaufschlagungsvorrichtung, des Trägergaseinlaßsystems und dergleichen erfolgen, entsprechend den Parametern der Zustände in der gasdichten Kammer.

Weiterhin kann ein Steuergerät vorgesehen sein, welches durch Verwendung der Parameter der gemessenen Zustände in der gasdichten Kammer als Eingangsdaten Signale ausgibt, welche die Heizvorrichtung, das Absaugsystem, das Druckbeaufschlagungssystem, das Trägergaseinlaßsystem und dergleichen so betätigen, daß die Bedingungen in der gasdichten Kammer optimal sind. Die Steuerschaltung kann in einer Speichervorrichtung des Steuergeräts in Form eines Programms gespeichert sein.

Der erste Schritt in dem Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Schritt zum selektiven Pyrolyseren des Harzes durch Erwärmung des Gegenstands.

Das Harz, beispielsweise Plastik, beginnt um 323 K (50° C) herum zu schmelzen, pyrolysiert bei etwa 453 bis 873 K (180 bis 600 °C), und gibt Kohlenwasserstoffe ab, die hauptsächlich aus C1 bis C16 bestehen. Das pyrolysierte Produktgas, welches durch die selektive Pyrolyse dieser Harze erzeugt wird, kann als nutzbares Öl durch Kondensation zurückgewonnen werden, beispielsweise durch ein Gerät, welches die Umwandlung in Öl durchführt.

Vorzugsweise wird die selektive Pyrolyse des Harzes in einem Zustand ausgeführt, in welchem die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer eingestellt wird. Die Sauerstoffkonzentration kann dadurch eingestellt werden, daß der Gesamtdruck in der gasdichten Kammer eingestellt wird, oder durch Einlaß eines Trägergases wie beispielsweise N<sub>2</sub> oder Ar.

Durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer kann eine Oxidation des Bleis verhindert werden. Weiterhin kann durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration unabhängig vom Gesamtdruck die Oxidation des Bleis verhindert werden, ohne das Wärmeleitvermögen in der gasdichten Kammer zu verringern, was zu einer Verbesserung des Zersetzungswirkungsgrades für das Harz führt, und des Rückgewinnungswirkungsgrades für das Zersetzungsgas. Je nach Bedarf kann durch Druckbeaufschlagung des Inneren der gasdichten Kammer durch Einlaß des Trägergases wie beispielsweise N<sub>2</sub> oder Ar das Harz selektiv pyrolysiert werden.

Es ist nicht erforderlich, daß das Harz in dem Gegenstand vollständig pyrolysiert wird, sondern nur soweit, daß die Abtrennung und Rückgewinnung von Blei nicht negativ beeinflußt wird.

15.09.98

Obwohl Blei (im metallischen Zustand) einen Dampfdruck von 760 mm Hg bei 2017 K aufweist, hat Bleioxid einen Dampfdruck von 760 mm Hg bei 1745 K, also niedriger als Blei. Durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer kann daher verhindert werden, daß metallisches Blei zu Bleioxid oxidiert wird, wodurch eine Zerstreuung des Bleis verhindert wird, was zur wirksamen Rückgewinnung des Bleis mit hoher Ausbeute später führt.

Nach der selektiven Pyrolyse des Harzes in dem Gegenstand werden die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer so gesteuert, daß selektiv das Blei verdampft wird, was zur Abtrennung und Rückgewinnung des Bleis in dem Gegenstand führt.

Wenn anderes Metall als Blei in dem Gegenstand enthalten ist, kann unter Ausnutzung der unterschiedlichen Dampfdrücke Blei selektiv verdampft werden.

Die Temperatur, bei welcher Blei verdampft, ändert sich entsprechend dem Druck in der gasdichten Kammer. Bei einer Erwärmung auf beispielsweise 1673 K unter Atmosphärendruck beträgt der Dampfdruck von Blei 84 mm Hg, aber die Dampfdrücke von Eisen, Kupfer und Zinn erreichen noch nicht mal einen Wert von 1 mm Hg.

Durch die Erwärmung des Gegenstands auf eine Temperatur von etwa 1673 K kann praktisch nur Bleidampf selektiv von dem Gegenstand erzeugt werden.

Bei einer Erhitzung auf beispielsweise 2013 K unter Atmosphärendruck beträgt der Dampfdruck von Blei 760 mm Hg, jedoch sind die Dampfdrücke von Zinn, Kupfer noch nicht einmal so hoch wie 15 mm Hg bzw. 3 mm Hg. Durch Erhitzung des

Gegenstands auf einen Temperatur von etwa 1673 K kann selektiv nur Bleidampf von dem Gegenstand erzeugt werden.

Weiterhin kann durch Druckverringerung im Inneren der gasdichten Kammer bei einer noch niedrigeren Temperatur Blei in dem Gegenstand verdampft werden.

Wenn der Druck in der gasdichten Kammer auf  $10^{-1}$  Torr eingestellt wird, kann durch Erhitzung auf etwa 1100 K nur Bleidampf selektiv von dem Gegenstand erzeugt werden.

Weiterhin kann, wenn der Druck in der gasdichten Kammer auf  $10^{-3}$  Torr eingestellt wird, durch Erwärmung auf eine Temperatur von etwa 900 K beinahe nur Bleidampf selektiv von dem Gegenstand erzeugt werden.

Und wenn der Druck in der gasdichten Kammer auf  $10^4$  Torr eingestellt wird, kann durch Erwärmung auf etwa 700 K beinahe nur Bleidampf selektiv von dem Gegenstand erzeugt werden.

Der auf diese Weise selektiv erzeugte Bleidampf kann als metallisches Blei mit einem Rückgewinnungsgerät zurückgewonnen werden, welches beispielsweise auf unterhalb des Schmelzpunktes von Blei abgekühlt ist.

Wenn derartiger Bleidampf durch Kondensation zurückgewonnen wird, oder durch Kristallisation, wird durch Einstellung der Verweilzeit des Bleidampfs in dem Gerät auf einen längeren Zeitraum die Rückgewinnungsrate für Blei groß. Der Aufbau des Rückgewinnungsgerätes kann beispielsweise ein Gegenflußaufbau oder ein Spiralaufbau sein.

Läßt man das Trägergas wie beispielsweise N<sub>2</sub>, oder Edelgase wie beispielsweise Ar vom Inneren der gasdichten Kammer zum

15.07.91

Rückgewinnungsgerät fließen, kann der Bleidampf noch selektiver mit hoher Reinheit zurückgewonnen werden.

Durch kontinuierliches Ausführen eines Schrittes der selektiven Pyrolyse des Harzes und eines Schrittes der selektiven Verdampfung des Bleis kann die zugeführte Energiemenge in einem späteren Schritt wesentlich verringert werden.

Da das Wärmeleitvermögen eines Gases mit dessen abnehmendem Druck abnimmt ist bei dem Verdampfungsschritt für Blei eine größere Menge an zugeführter Energie erforderlich, wenn im Inneren der gasdichten Kammer ein verringelter Druck herrscht. Bei dem Verarbeitungssystem und dem Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ist jedoch der Schritt der Pyrolyse des Harzes eine Vorheizstufe für die Verdampfung des Bleis, und daher kann die Energiezufuhr für den Schritt der Verdampfung des Bleis drastisch verringert werden.

Feuchtigkeit oder ein Ölbestandteil in dem Gegenstand, die von dem Gegenstand während des Pyrolyseschrittes des Harzes entfernt werden, beeinträchtigen darüber hinaus nicht negativ den Schritt der Verdampfung des Bleis.

Weiterhin ist das Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung ein Verarbeitungssystem zur Verarbeitung eines Gegenstands, der einen ersten Gegenstand und einen zweiten Gegenstand umfaßt, die durch ein Metall verbunden sind, und weist auf: eine gasdichte Kammer, in welcher der Gegenstand gehalten werden kann; eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer; eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer; und eine Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der

Druckeinstellvorrichtung auf solche Weise, daß das Metall verdampft wird, welches den ersten Gegenstand und den zweiten Gegenstand verbindet.

Das Verarbeitungssystem zur Verarbeitung eines Gegenstands, der aus einem ersten Gegenstand und einem zweiten Gegenstand besteht, die durch eine Legierung verbunden sind, die ein erstes Metall und ein zweites Metall aufweist, kann eine gasdichte Kammer aufweisen, in welcher der Gegenstand gehalten werden kann, eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer, eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer, und eine Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung auf solche Weise, daß infolge der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer das Metall verdampfen kann.

Weiterhin kann das Verarbeitungssystem eine gasdichte Kammer aufweisen, in welcher ein erster Gegenstand und ein zweiter Gegenstand gehalten werden, die Harz aufweisen, welches durch eine Verbindung verbunden ist, die aus einem ersten Metall und einem zweiten Metall als Bestandteile besteht, wobei das System eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer aufweist, eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer, eine erste Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung auf solche Weise, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird, eine zweite Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung auf solche Weise, daß infolge der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer das erste Metall der Legierung selektiv verdampfen kann, eine dritte Steuervorrichtung zum Steuern der

Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung auf solche Weise, daß die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer dazu führen, daß das zweite Metall der Legierung verdampft, eine erste Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des Gases, welches durch die selektive Pyrolyse des Harzes erzeugt wird, und eine zweite Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des ersten Metalls, welches aus der Legierung verdampft ist. Während der Oxidationszustand des ersten und des zweiten Metalls im wesentlichen aufrechterhalten bleibt, kann darüber hinaus das Harz selektiv pyrolysiert werden.

Weiterhin kann das Verarbeitungssystem eine gasdichte Kammer aufweisen, welche einen Gegenstand aufnehmen kann, der aus einem ersten Gegenstand und einem zweiten Gegenstand besteht, die Harz aufweisen und durch eine Legierung verbunden sind, die aus einem ersten Metall und einem zweiten Metall als Bestandteile besteht, wobei das System eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer aufweist, eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer, eine erste Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung auf solche Weise, daß infolge der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer das Harz selektiv pyrolysiert werden kann, eine zweite Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung auf solche Weise, daß infolge der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer das erste Metall der Legierung selektiv verdampfen kann, eine dritte Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung auf solche Weise, daß infolge der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer das zweite Metall der Legierung verdampfen kann, eine erste

15.01.90

Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des Gases, welches durch die selektive Pyrolyse des Harzes erzeugt wird, und eine zweite Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des ersten Metalls, welches aus der Legierung verdampft ist. Weiterhin kann das Harz selektiv pyrolysiert werden, während der Oxidationszustand des ersten und des zweiten Metalls im wesentlichen beibehalten wird.

Weiterhin ist das Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung ein Verarbeitungssystem zur Verarbeitung eines Gegenstands, der aus einem ersten Gegenstand und einem zweiten Gegenstand besteht, die durch eine Legierung verbunden sind, die ein erstes Metall und ein zweites Metall aufweist, wobei der Gegenstand ein Harz als Bestandteil aufweist, wobei das System eine gasdichte Kammer aufweist, in welcher der Gegenstand gehalten werden kann, eine Temperaturreinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer, eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer, eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung zur Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer, eine erste Steuervorrichtung zum Steuern der Temperaturreinstellvorrichtung und der Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung auf solche Weise, daß das Harz selektiv pyrolysiert wird, eine zweite Steuervorrichtung zum Steuern der Temperaturreinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung auf solche Weise, daß selektiv das erste Metall der Legierung verdampft wird, eine dritte Steuervorrichtung zum Steuern der Temperaturreinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung auf solche Weise, daß selektiv das zweite Metall der Legierung verdampft wird, eine erste Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des Gases, welches durch die Pyrolyse des Harzes erzeugt wird, und eine

zweite Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des ersten Metalls, welches aus der Legierung des Gegenstands verdampft ist.

Weiterhin steuert die erste Steuervorrichtung, zusätzlich zur Aufrechterhaltung der Temperatur und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß das erste Metall der Legierung im wesentlichen nicht oxidiert wird, die Temperatureinstellvorrichtung und die Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung so, daß das Harz selektiv pyrolysiert wird.

Beispielsweise kann zumindest eines der Elemente unter Zn, Cd, Hg, Ga, In, Tl, Sn, Pb, Sb, Bi, Ag oder In als erstes Metall von dem Gegenstand abgetrennt oder zurückgewonnen werden.

Durch Einstellung der Temperatur, des Drucks und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer können auch andere als diese Metalle abgetrennt und in ihren metallischen Zustand zurückgewonnen werden (vgl. Figur 13, Figur 19, Figur 29, Figur 30). Selbst wenn dies nicht ausdrücklich gesagt wird, betrifft die voranstehend geschilderte Tatsache die gesamte vorliegende Erfindung.

Weiterhin ist das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ein Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, der aus einem ersten Gegenstand und einem zweiten Gegenstand besteht, die durch ein Metall verbunden sind, mit folgenden Schritten:  
Abdichtung einer gasdichten Kammer nach Einlaß des Gegenstands in die gasdichte Kammer; und Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß das Metall des Gegenstands verdampft wird.

Weiterhin kann das Verarbeitungsverfahren die Schritte umfassen, die gasdichte Kammer nach dem Eingeben eines ersten Gegenstands und eines zweiten Gegenstands abzudichten, die durch eine Legierung verbunden sind, die ein erstes Metall und ein zweites Metall aufweist, und einen Schritt der Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer, um so das Metall zu verdampfen.

Weiterhin kann das Verarbeitungsverfahren die Schritte umfassen, die gasdichte Kammer abzudichten, nachdem in das Innere der gasdichten Kammer ein Gegenstand eingegeben wurde, der verarbeitet werden soll, und aus einem ersten Gegenstand und einem zweiten Gegenstand besteht, die Harz aufweisen, und durch eine Legierung verbunden sind, die ein erstes Metall und ein zweites Metall als Bestandteile aufweist, sowie einen ersten Schritt zur Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer, um selektiv das Harz zu pyrolysierten, einen zweiten Schritt zur Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß selektiv das erste Metall der Legierung verdampft wird, einen dritten Schritt zur Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß das zweite Metall der Legierung verdampft wird, einen ersten Rückgewinnungsschritt zur Rückgewinnung des Gases, welches durch die thermische Zersetzung des Harzes erzeugt wurde, und einen zweiten Rückgewinnungsschritt zur Rückgewinnung des ersten Metalls, welches aus der Legierung des Gegenstands verdampft ist.

Weiterhin können in dem ersten Schritt die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird, während der Zustand des ersten Metalls in der Legierung im wesentlichen beibehalten wird.

Weiterhin umfaßt ein Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, der aus einem ersten Gegenstand und einem zweiten Gegenstand besteht, wobei der erste Gegenstand und der zweite Gegenstand durch eine Legierung aus einem ersten Metall und einem zweiten Metall verbunden sind, der Gegenstand zumindest ein Harz als Bestandteil aufweist, die Schritte auf, eine gasdichte Kammer nach Eingeben des Gegenstands in die gasdichte Kammer abzudichten; einen ersten Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß das Harz des Gegenstands selektiv pyrolysiert wird, einen zweiten Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß das erste Metall in der Legierung des Gegenstands selektiv verdampft wird; einen dritten Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß das zweite Metall in der Legierung des Gegenstands verdampft wird; einen ersten Rückgewinnungsschritt zur Rückgewinnung eines Gases, welches durch die Pyrolyse des Harzes erzeugt wird; und einen zweiten Rückgewinnungsschritt zur Rückgewinnung des ersten Metalls, welches aus der Legierung verdampft ist.

Weiterhin können in dem ersten Steuerschritt die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß das Harz selektiv pyrolysiert wird, während das erste und das zweite Metall der Legierung in einem Zustand gehalten werden, in welchem sie nicht wesentlich oxidiert werden.

Weiterhin kann das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung einen Schritt zur Abdichtung der gasdichten Kammer nach dem Einlaß, in die gasdichte Kammer, eines Montagesubstrats aufweisen, welches aus einer Leiterplatte besteht, die Harz als Bestandteil aufweist, und

zumindest ein elektronisches Bauteil aufweist, welches auf der Leiterplatte durch eine Legierung angebracht ist, die ein erstes Metall und ein zweites Metall enthält, wobei ein erster Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer vorgesehen ist, um selektiv das Harz zu pyrolysen, ein zweiter Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß selektiv das erste Metall in der Legierung verdampft wird, ein dritter Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß das zweite Metall der Legierung verdampft wird, einen ersten Rückgewinnungsschritt zur Rückgewinnung des Gases, welches durch die selektive Pyrolyse des Harzes erzeugt wird, und einen zweiten Rückgewinnungsschritt zur Rückgewinnung des ersten Metalls, welches aus der Legierung verdampft ist. In dem ersten Steuerschritt können die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird, während der Zustand des ersten und des zweiten Metalls der Legierung im wesentlichen aufrechterhalten bleibt.

Das Verarbeitungssystem der vorliegenden Erfindung, welches voranstehend geschildert wurde, kann die Verbindung des Gegenstands auftrennen, der durch ein Metall oder eine Legierung verbunden ist. Das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Verbindung des Gegenstands auftrennen, der durch ein Metall oder eine Legierung verbunden ist.

Das Primärkonzept des voranstehend geschilderten Verarbeitungssystems bzw. Verarbeitungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen zu bearbeitenden Gegenstand in eine gasdichte Kammer einzubringen, die Temperatur, den Druck, und die Sauerstoffkonzentration in der

gasdichten Kammer einzustellen, und ein Verbindungsmetall oder eine Verbindungslegierung zu verdampfen, um so die Verbindung aufzutrennen. Das verdampfte Metall kann durch einen Kondensationsvorgang und dergleichen zurückgewonnen werden.

Wenn ein zu verarbeitender Gegenstand Harz als Bestandteil aufweist, wird zuerst der Harzanteil selektiv pyrolysiert, um zu verdampfen, zu Öl zu kondensieren, oder zu verkohlen. Diese selektive Pyrolyse des Harzes kann durch Einstellung der Bedingungen für die Temperatur, den Druck oder die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer auf solche Weise verwirklicht werden, daß das Metall nicht wesentlich oxidiert oder verdampft wird. Während der Oxidationszustand beibehalten wird, und der Phasengleichgewichtszustand des Metallbestandteils des Gegenstands so weit wie möglich, kann das Harz pyrolysiert werden.

Dann werden die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer so eingestellt, daß selektiv das Verbindungsmetall in dem Gegenstand verdampft wird. Wenn mehrere Metalle (Elemente) in dem Gegenstand enthalten sind, können die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer entsprechend den jeweiligen Metallen eingestellt werden, um selektiv das betreffende Metall zu verdampfen.

Für den Verarbeitungseinrichtungsabschnitt des Verarbeitungssystems kann die voranstehend geschilderte Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Durch beispielsweise allmähliche Einstellung der Bedingungen in Bezug auf die Temperatur, den Druck und die Sauerstoffkonzentration in einer gasdichten Kammer kann daher die selektive Pyrolyse des Harzes und die Verdampfung von Blei durchgeführt werden. Werden mehrere gasdichte Zonen mit unterschiedlichen Bedingungen in Bezug

auf die Temperatur, den Druck, die Sauerstoffkonzentration vorgesehen, und wird der Gegenstand schrittweise durch Öffnen bzw. Schließen einer Untertrennung, welche die gasdichten Zonen voneinander trennt, weiter transportiert, kann die selektive Pyrolyse des Harzes und die Verdampfung des Bleis durchgeführt werden.

Weiterhin sind die Temperatureinstellvorrichtung, die Druckeinstellvorrichtung, die Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung, die Steuervorrichtung, die Harzrückgewinnungsvorrichtung und die Metallrückgewinnungsvorrichtung ebenso ausgebildet wie voranstehend beschrieben.

Als Beispiel für einen Gegenstand, der in dem Verarbeitungssystem und mit dem Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung verarbeitet wird lässt sich ein bestücktes Substrat angeben, bei welchem beispielsweise eine Leiterplatte mit einer gedruckten Schaltung und verschiedene Arten elektronischer Bauteile mit einer Lotlegierung wie beispielsweise aus Pb-Sn angebracht sind, oder ein elektronisches Gerät mit einem derartigen bestückten Substrat.

Auch über ein bestücktes Substrat hinaus kann jeder Gegenstand, der durch ein Metall oder eine Legierung verbunden ist, aus seinen Verbindungen gelöst werden.

Es wird beispielsweise ein bestücktes Substrat in die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung eingebbracht, auf eine bestimmte Temperatur (beispielsweise 473 K) erwärmt, bei welcher das Harz nicht wesentlich oxidiert wird, während die Sauerstoffkonzentration eingestellt wird, und wird dann, während der Druck im Inneren der gasdichten Kammer verringert wird, um die

Sauerstoffkonzentration einzustellen, weiter auf eine Temperatur erwärmt, bei welcher Blei nicht oxidiert wird, verdampft (bei etwa 523 bis 773 K bei  $10^{-3}$  Torr), um den Harzbestandteil des bestückten Substrats zu pyrolyseren, und wird noch weiter über den Schmelzpunkt von Blei (etwa 900 K bei  $10^{-3}$  Torr) erwärmt, um Blei zu verdampfen, um Zinn ebenso wie Blei zu verdampften, und so das bestückte Substrat in ein elektronisches Bauteil und eine Leiterplatte aufzuteilen (in diesem Zusammenhang wird ein Substrat, welches mit zumindest einem elektronischen Bauteil bestückt wird, als Leiterplatte bezeichnet), um zurückgewonnen zu werden.

Selbst wenn ein Metall wie etwa Blei während der selektiven Pyrolyse des Harzes verdampft wird, kann eine Abtrennvorrichtung für das Metall in dem Rückgewinnungssystem vorgesehen werden. Dies gilt für sämtliche Aspekte der vorliegenden Erfindung.

Weiterhin wird beispielsweise ein bestücktes Substrat in die Bearbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung eingebbracht, auf eine Temperatur erwärmt (beispielsweise 473 K), bei welcher das Harz nicht wesentlich oxidiert wird, durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration, und dann wird unter Steuerung der Sauerstoffkonzentration durch Druckverringerung im Inneren der gasdichten Kammer das bestückte Substrat weiter auf eine Temperatur erwärmt, bei welcher das Blei nicht oxidiert wird, und bei einer Temperatur von etwa 523 bis 773 K bei  $10^{-3}$  Torr, wobei dies nur ein Beispiel ist, wird der Harzbestandteil des bestückten Substrats pyrolysiert, und dann erfolgt eine weitere Erhitzung auf beispielsweise etwa 773 K, um Zink, Antimon zu verdampfen und zurückzugewinnen.

Weiterhin kann durch Erhitzung auf beispielsweise etwa 1773 K eine Substanz wie etwa Au, Pt, Pd, Ta, In, Cr, Cu, Al, Co, W oder Mo verdampft werden, um zurückgewonnen zu werden.

Die Lotlegierung ist nicht auf Pb-Sn beschränkt, sondern es können auch beispielsweise sogenannte bleifreie Lote wie etwa aus Ag-Sn, Zn-Sn, In-Sn, Bi-Sn, Sn-Ag-Bi, Sn-Ag-Bi-Cu verwendet werden. Darüber hinaus ist eine Verbindung über eine Legierung oder ein einzelnes Metall über die voranstehend geschilderten Substanzen hinaus zulässig.

In einem Gegenstand kann ein Harz als Bestandteil enthalten sein. Das Harz kann ein thermoplastisches oder thermisch aushärtendes Harz sein, oder eine Mischung derartiger Harze.

Wenn der zu verarbeitende Gegenstand ein Harz als Bestandteil aufweist, so kann wie voranstehend geschildert der Harzanteil selektiv pyrolysiert werden (Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung). Gas und dergleichen, die bei der selektiven Pyrolyse erzeugt werden, können durch ein Gerät wie beispielsweise eine Ölkondensationsvorrichtung in Öl umgewandelt werden, wodurch diese zurückgewonnen wird. Die Zersetzungprodukte des zurückgewonnenen Harzes wie beispielsweise Leichtöl oder Schweröl können zur Erhitzung des Gegenstands verwendet werden.

Die selektive Pyrolyse des Harzbestandteils muß nicht unbedingt vollständig durchgeführt werden, sondern kann in einem Ausmaß erfolgen, durch welches die Abtrennung und Rückgewinnung des Verbindungsmetalls nicht gestört wird. Darüber hinaus kann, wie voranstehend bereits erwähnt, selbst dann, wenn das Verbindungsmetall zum Teil verdampft wird, eine Trenn- und Rückgewinnungsvorrichtung für das verdampfte Metall in dem Reinigungssystem vorgesehen werden.

Das Schmelzen und dergleichen eines Harzes wie beispielsweise Plastik beginnt bei etwa 323 K, und durch Pyrolyse bei etwa 453 bis 873 K entwickelt sich Kohlenwasserstoffgas, welches hauptsächlich aus C<sub>1</sub> bis C<sub>8</sub>, C<sub>8</sub> bis C<sub>16</sub> besteht. Das Zersetzungproduktgas, welches über die Pyrolyse dieser Harze erzeugt wird, kann als wertvolles Öl durch Kondensation zurückgewonnen werden, beispielsweise durch ein Gerät, welches die Umwandlung zu Öl durchführt. Im allgemeinen ist ein großer Anteil des Harzes, welches bei einer Leiterplatte vorhanden ist, ein thermisch aushärtendes Harz, so daß dieses in vielen Fällen verkohlt oder verdampft werden kann.

Vorzugsweise wird diese selektive Pyrolyse des Harzes in einem Zustand ausgeführt, in welchem die Sauerstoffkonzentration in der Kammer eingestellt wird. Die Sauerstoffkonzentration kann durch den Gesamtdruck in der gasdichten Kammer oder durch Einlaß eines Trägergases wie etwa N<sub>2</sub> oder Ar erfolgen.

Durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer können die Verbindungsmetalle wie beispielsweise Blei oder Zinn daran gehindert werden, isoliert zu werden. Durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration unabhängig vom Gesamtdruck kann darüber hinaus, ohne die Wärmeleitfähigkeit in der gasdichten Kammer zu verringern, eine Oxidation des Metalls verhindert werden, was zu einer Verbesserung des Zersetzungswirkungsgrades für das Harz führt, und des Rückgewinnungswirkungsgrades für das Zersetzungsgas. Je nach Situation kann ein Trägergas wie etwa N<sub>2</sub> oder Ar eingeschlossen werden, um das Innere der gasdichten Kammer unter Druck zu setzen, und so selektiv das Harz zu pyrolyseren.

Die Pyrolyse des Harzes des Gegenstands muß nicht unbedingt vollständig durchgeführt werden, sondern kann in einem Ausmaß

15:10:20

erfolgen, durch welches die Abtrennung und Rückgewinnung des Metalls nicht negativ beeinflußt wird.

Obwohl Blei einen Dampfdruck von 760 mm Hg bei 2017 K aufweist, hat Bleioxid einen Dampfdruck von 760 mm Hg bei 1745 K, also erheblich geringer als Blei.

Durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer zur Unterdrückung einer Oxidation des Metalls zu einem Oxid läßt sich daher eine weitere wirksame Rückgewinnung in einem späteren Schritt durchführen. Dadurch, daß eine Rückgewinnung als Metall erfolgt, läßt sich dieses besonders gut wiederverwenden.

Nach der Pyrolyse des Harzes, wobei der Zustand des Bleis in dem Gegenstand im wesentlichen aufrechterhalten wird, werden die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer so eingestellt, daß das Blei selektiv verdampft wird, wodurch das Blei von dem Gegenstand abgetrennt und zurückgewonnen wird.

Selbst wenn ein anderes Metall als Blei in dem Gegenstand vorhanden ist, läßt sich Blei selektiv verdampfen, unter Nutzung der unterschiedlichen Dampfdrücke.

Beispielsweise ändert sich die Temperatur, bei welcher Blei verdampft, in Abhängigkeit von dem Druck in der gasdichten Kammer. Bei einer Erhitzung auf beispielsweise 1673 K unter Atmosphärendruck beträgt der Dampfdruck von Blei 84 mm Hg, jedoch erreicht der Dampfdruck von Eisen, Kupfer oder Zinn noch nicht einmal 1 mm Hg. Durch Erwärmung des Gegenstands auf etwa 1673 K kann praktisch nur Bleidampf selektiv aus dem Gegenstand erzeugt werden.

Bei einer Erhitzung auf beispielsweise 2013 K unter Atmosphärendruck beträgt der Dampfdruck von Blei 760 mm Hg, jener von Zinn jedoch nur 15 mm Hg, und jener von Kupfer erreicht noch nicht einmal 3 mm Hg. Durch Erwärmung des Gegenstands auf etwa 1673 K kann praktisch nur Bleidampf selektiv aus dem Gegenstand erzeugt werden.

Weiterhin kann durch Druckverringerung im Inneren der gasdichten Kammer bei einer noch niedrigeren Temperatur das Blei in dem Gegenstand verdampft werden.

Wenn der Druck in der gasdichten Kammer auf  $10^{-1}$  Torr eingestellt wird, kann durch Erwärmung auf etwa 1100 K praktisch nur Bleidampf selektiv aus dem Gegenstand erzeugt werden.

Wenn der Druck in der gasdichten Kammer auf  $10^{-3}$  Torr eingestellt wird, kann durch Erwärmung auf etwa 900 K praktisch nur Bleidampf selektiv aus dem Gegenstand erzeugt werden.

Wenn der Druck in der gasdichten Kammer auf  $10^{-4}$  Torr eingestellt wird, kann durch Erwärmung auf etwa 700 K praktisch nur Bleidampf selektiv aus dem Gegenstand erzeugt werden.

Der Bleidampf, der auf diese Weise selektiv erzeugt wird, kann als metallisches Blei beispielsweise durch eine Rückgewinnungseinrichtung zurückgewonnen werden, die auf unterhalb des Schmelzpunktes von Blei abgekühlt ist.

Wenn derartiger Bleidampf durch Kondensation oder Kristallisation zurückgewonnen wird, wird durch Einstellung der Aufenthaltszeit des Bleidampfes in dem Gerät auf einen längeren Zeitraum die Rückgewinnungsrate für Blei hoch. Der

Weiterhin kann der Bleidampf noch selektiver zurückgewonnen werden, wenn ein Trägergas wie etwa N<sub>2</sub> oder ein Edelgas wie etwa Ar vom Inneren der gasdichten Kammer zur Rückgewinnungsvorrichtung eingelassen wird.

Durch aufeinanderfolgende Durchführung eines Schrittes zur Pyrolyse des Harzes und eines Schrittes zur selektiven Verdampfung von Blei kann die zugeführte Energie in dem späteren Schritt wesentlich verringert werden.

Da die Wärmeleitfähigkeit eines Gases mit abnehmenden Druck abnimmt, ist bei dem Verdampfungsschritt für das Blei eine größere Energiezufuhr erforderlich, wenn der Druck im Inneren der gasdichten Kammer stärker verringert wird. Da bei dem Verarbeitungssystem und dem Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung der Schritt der Pyrolyse des Harzes auch einen Schritt darstellt, in welchem die Erhitzung zur Verdampfung des Bleis begonnen wird, kann eine beträchtliche Energieeinsparung bei dem Schritt der Verdampfung des Bleis erzielt werden.

Weiterhin beeinträchtigen Feuchtigkeit oder ein Ölbestandteil in dem Gegenstand, die von dem Gegenstand während des Schrittes der selektiven Pyrolyse des Harzes entfernt werden, nicht negativ den Schritt der Verdampfung des Bleis.

Ein Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Verarbeitungssystem zur Verarbeitung eines Gegenstands, der zusammen ein Harz und ein Metall enthält, und welches eine gasdichte Kammer aufweist, in welcher der Gegenstand gehalten werden kann; eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer; eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer; und eine Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der

Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer; und eine Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß selektiv das Harz in dem Gegenstand pyrolysiert wird.

Weiterhin kann die Steuervorrichtung, welche die Temperatureinstellvorrichtung und die Druckeinstellvorrichtung in der gasdichten Kammer steuert, die Temperatureinstellvorrichtung und die Druckeinstellvorrichtung in der gasdichten Kammer so steuern, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird, während der Zustand des Metalls im wesentlichen unverändert bleibt.

Weiterhin kann das Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung eine gasdichte Kammer aufweisen, welche dazu ausgebildet ist, einen Gegenstand aufzunehmen, bei welchem ein Harz und ein Metall miteinander vereinigt sind, wobei eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer vorgesehen ist, eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung zur Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer, und eine Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird, während gleichzeitig der Zustand des Metalls im wesentlichen unverändert bleibt. Während der selektiven Pyrolyse des Harzes können die Temperatur, der Druck oder die Sauerstoffkonzentration so eingestellt werden, daß der Zustand des Metallbestandteils so weit wie möglich unverändert bleibt.

Das Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Verarbeitungssystem zur Verarbeitung eines Gegenstands, der vereinigt ein Harz und ein Metall enthält, wobei das System eine gasdichte Kammer aufweist, in welcher der zu verarbeitende Gegenstand gehalten werden kann; eine Temperaturreinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer; eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer; eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung zur Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer; sowie eine Steuervorrichtung zum Steuern der Temperaturreinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung sowie der Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß das Harz des Gegenstands selektiv pyrolysiert wird.

Weiterhin kann die Steuervorrichtung die Temperaturreinstellvorrichtung, die Druckeinstellvorrichtung, die Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung in der gasdichten Kammer so steuern, daß das Harz selektiv pyrolysiert wird, während der Zustand des Metalls im wesentlichen unverändert bleibt.

Weiterhin kann das Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung eine gasdichte Kammer aufweisen, welche einen Gegenstand halten kann, bei welchem ein Harz und ein erstes Metall sowie ein zweites Metall vereinigt vorgesehen sind, wobei gemäß der Erfindung eine Temperaturreinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer vorgesehen ist, eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer, eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung zur Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer, eine Steuervorrichtung zum Steuern der

Temperatureinstellvorrichtung und der Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird, eine zweite Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung auf solche Weise, daß selektiv das erste Metall verdampft wird, und eine Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des ersten Metalls, welches aus dem Gegenstand verdampft ist.

Die Steuervorrichtung kann die Temperatureinstellvorrichtung und die Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung in der gasdichten Kammer so steuern, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird, während der Zustand des ersten und des zweiten Metalls im wesentlichen unverändert bleibt.

Weiterhin stellt das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ein Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands dar, welches vereinigt ein Harz und ein Metall aufweist, mit den schritten des Einlassens des Gegenstands in eine gasdichte Kammer sowie der Einstellung der Temperatur und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß selektiv das Harz des Gegenstands pyrolysiert wird.

Zusätzlich dazu, daß der Zustand des Metalls im wesentlichen unverändert bleibt, können die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird.

Weiterhin kann das Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung einen Schritt aufweisen, bei welchem ein Gegenstand zugeführt wird, in welchem ein Harz und ein Metall zusammen vorgesehen sind, und zwar zur gasdichten Kammer, sowie einen Schritt, bei welchem die Temperatur und der Druck in der

gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird.

Weiterhin stellt das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ein Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands dar, der als Laminat ein Harz und ein Metall enthält, mit folgenden Schritten: Einführen eines Gegenstands in eine gasdichte Kammer; Einstellung der Temperatur und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß selektiv das Harz des Gegenstands pyrolysiert wird; und Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß das Metall des Gegenstands geschmolzen wird, und die Oberfläche des Metalls reduziert wird.

Zusätzlich dazu, daß der Zustand des Metalls im wesentlichen unverändert bleibt, können die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird.

Weiterhin kann das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung einen Schritt aufweisen, bei welchem der Gegenstand, bei welchem aufeinandergestapelt ein Harz und ein Metall vorgesehen sind, in die gasdichte Kammer eingebracht wird, einen Schritt, bei welchem die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer eingestellt werden, um so selektiv das Harz zu pyrolysern, während der Zustand von Kupfer im wesentlichen unverändert bleibt, sowie einen Schritt, bei welchem die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß die Oberfläche des Kupfers klein wird, während das Metall des Gegenstands geschmolzen wird.

Weiterhin kann das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung einen Schritt aufweisen, bei welchem

15.109.93

ein Gegenstand, bei dem ein Harz und Metall vereinigt vorgesehen sind, in die gasdichte Kammer eingebracht wird, sowie einen Schritt, bei welchem die Temperatur und der Druck sowie die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird, während der Zustand des Metalls im wesentlichen unverändert bleibt.

Weiterhin ist das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ein Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, der vereinigt ein Harz, ein erstes Metall und ein zweites Metall enthält, mit folgenden Schritten: Eingeben des Gegenstands in eine gasdichte Kammer; einem ersten Steuerschritt, in welchem die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß selektiv das Harz des Gegenstands pyrolysiert wird; einem zweiten Steuerschritt, in welchem die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß selektiv das erste Metall des Gegenstands verdampft wird; und Rückgewinnung des ersten Metalls, welches aus dem Gegenstand verdampft ist.

Weiterhin können in dem ersten Steuerschritt die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird, während das erste und das zweite Metall im wesentlichen nicht oxidiert werden.

Das voranstehend geschilderte Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein System, mit welchem ein Gegenstand verarbeitet werden kann, der ein Harz und ein Metall als Bestandteile aufweist.

Weiterhin ist das voranstehend geschilderte Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ein

Das Grundkonzept des voranstehend geschilderten Verarbeitungssystems oder des voranstehend geschilderten Verarbeitungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, einen Gegenstand, der ein Harz und ein Metall als Bestandteile aufweist, in die gasdichte Kammer einzubringen, und zuerst selektiv das Harz zu pyrolyseren, damit es verdampft, in Öl umgewandelt wird, oder verkohlt. Durch Einstellung der Bedingungen in Bezug auf die Temperatur, den Druck oder die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer, auf solche Weise, daß das Metall nicht oxidiert oder verdampft wird, kann die selektive Pyrolyse des Harzes durchgeführt werden.

Wenn die Abtrennung des Metalls von dem Gegenstand nach dieser Operation schwierig ist, werden daraufhin die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer so eingestellt, daß selektiv das Metall in dem Gegenstand verdampft wird. Wenn mehrere Metalle (Elemente) in dem Gegenstand vorhanden sind, werden entsprechend den jeweiligen Metallen die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer so eingestellt, daß selektiv jedes Metall verdampft wird. In Bezug auf die Einrichtung kann beispielsweise die voranstehend geschilderte Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung hierzu eingesetzt werden.

Der Gegenstand zur Verarbeitung durch ein Verarbeitungssystem oder ein Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung kann nicht nur ein Gegenstand sein, der nur Harz und Metall aufweist, sondern auch ein Gegenstand, in welchem ein Harz und ein Metall vereinigt vorgesehen sind.

Als derartiger Gegenstand, bei welchem ein Harz und ein Metall vereinigt vorgesehen sind, läßt sich beispielsweise eine Aluminiumfolie angeben, die mit einem Plastikfilm

Als derartiger Gegenstand, bei welchem ein Harz und ein Metall vereinigt vorgesehen sind, lässt sich beispielsweise eine Aluminiumfolie angeben, die mit einem Plastikfilm zusammenlaminiert ist, beispielsweise ein Verpackungsbehälter wie ein Beutel für Fertignahrung, für eine Spritze, eine Leiterplatte mit einer gedruckten Schaltung, bei welcher ein Harz und ein Metall wie beispielsweise Kupfer/Nickel vereinigt vorgesehen sind, ein Filmträger eines flexiblen Substrats oder ein TAB, ein IC, eine LSI, ein Widerstand, und dergleichen.

Weiterhin können Abfälle, von welchem Blei durch das Verarbeitungssystem oder das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung entfernt wurde, den zu verarbeitenden Gegenstand darstellen.

Weiterhin kann ein Gegenstand, von welchem Verbindungen infolge eines Metalls oder einer Legierung aufgetrennt wurden, durch das Verarbeitungssystem oder das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung, ein zu verarbeitender Gegenstand sein.

Beispielsweise wird ein Stück des Substrats in das Substrat und ein elektronisches Bauteil durch das Verarbeitungssystem oder das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung aufgeteilt. Das erhaltene Substrat und die erhaltenen Bauteile können Gegenstände der Verarbeitung sein.

Weiterhin können beispielsweise die Verarbeitungssysteme oder die Verarbeitungsverfahren, wie sie in den Ansprüchen 4 bis 12 angegeben sind, und die Verarbeitungssysteme oder die Verarbeitungsverfahren, wie sie in den Ansprüchen 13 bis 17 angegeben sind, in Kombination verwendet werden.

Um selektiv das Harz eines Gegenstands zu pyrolyseren, oder selektiv das Harz zu pyrolyseren, während Metallbestandteile insgesamt so wenig wie möglich oxidiert oder verdampft werden, kann beispielsweise der Gegenstand erwärmt werden, während der Druck in der gasdichten Kammer gesteuert wird, oder kann unter Steuerung der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer erwärmt werden.

Um die Sauerstoffkonzentration zu steuern kann der Gesamtdruck in der gasdichten Kammer eingestellt werden, oder kann ein Gas wie beispielsweise Stickstoffgas oder ein Edelgas in die gasdichte Kammer eingelassen werden, um die Sauerstoffkonzentration einzustellen. Wenn infolge der Erwärmung des Gegenstands der Harzanteil schnell oxidiert, also ausbrennt, wird auch der Metallanteil oxidiert, der mit dem Harzanteil vereinigt ist, so daß ein Oxid ausgebildet wird, was zu einer Verringerung des Nutzungswertes führt. Es sollte sorgfältig darauf geachtet werden, eine derartige Situation zu vermeiden.

Bei der Erwärmung des Gegenstands kann deswegen, da bei Druckverringerung in der gasdichten Kammer der Temperaturanstiegswirkungsgrad infolge der niedrigeren Wärmeleitfähigkeit sinkt, das Harz zuerst auf eine vorbestimmte Temperatur aufgeheizt werden, dann eine Druckverringerung erfolgen, und dann eine weitere Erhitzung erfolgen.

Weiterhin wird das Innere der gasdichten Kammer in einer nicht-oxidierenden Atmosphäre erhitzt und druckbeaufschlagt auf eine Temperatur, bei welcher der Oxidationszustand des Metalls unverändert bleiben kann, um den Temperaturanstiegswirkungsgrad zu verbessern, wodurch die Wärmeleitfähigkeit vergrößert wird, nach einer Erwärmung auf eine Temperatur, bei welcher der Oxidationszustand

Rückgewinnungswirkungsgrad für die zersetzen Bestandteile von Harzen mit relativ niedrigem Molekulargewicht.

Wenn der Metallanteil aus mehreren Metallen besteht, kann darüber hinaus eine weitere Erhitzung erfolgen, um jedes Element selektiv zu verdampfen, und so die Rückgewinnung durchzuführen.

Das Zersetzungsproduktgas des Harzes des Gegenstands kann zur Rückgewinnung kondensiert werden, oder kann beispielsweise durch ein Gerät zurückgewonnen werden, wie etwa eine Öl kondensationsvorrichtung, welche Gas zu Öl kondensieren kann. Weiterhin kann eine Kondensation nach einer Reformierung und Zersetzung bei einer Temperatur von beispielsweise 1000 °C erfolgen. Durch Schnellabkühlung von einer hohen Temperatur von 1000 °C oder mehr auf Normaltemperatur kann die Erzeugung von Dioxinen unterdrückt werden.

Weiterhin kann Wasserstoffgas durch Absorption zurückgewonnen werden, und bei der Erzeugung chlorierter Kohlenwasserstoffe können diese beispielsweise unter Verwendung eines Katalysators und dergleichen zersetzt werden.

Wenn das Harz Chlor enthält, beispielsweise ein Harz auf Polyvinylchloridbasis ist, kann zuerst durch Erwärmung auf normale Temperatur in dem Temperaturbereich, in welchem der Oxidationszustand der Metallbestandteile in dem Abfallmaterial unverändert gehalten werden kann, Halogengas erzeugt werden. Das erzeugte Halogengas kann durch Kontakt mit beispielsweise Eisen, welches auf hohe Temperatur erwärmt wird, als Eisenhalogenid zurückgewonnen werden, oder durch Reaktion mit Ammoniak als Ammoniumhalogenid.

DE 19781654 T1

61

Diese Gase, die durch Erhitzung des Abfalls erzeugt werden, können durch ein Verarbeitungssystem für mehrere Gase verarbeitet werden.

Als Beispiel für die Verarbeitung wird, wenn man die Verarbeitung einer mit einem Plastikfilm zusammenlaminierten Aluminiumfolie betrachtet (nachstehend als harzbeschichtete Aluminiumfolie bezeichnet), die bei verschiedenen Arten von Verpackungsbehältern verwendet wird, eine Pyrolyse wie beispielsweise eine Verkohlung oder Umwandlung im Öl des Harzanteils bei Temperaturen von 673 K oder darunter unzureichend. Bei einer Erwärmung auf 923 K oder mehr schmilzt Aluminium. Erfolgt daher eine Erwärmung auf eine Temperatur im Bereich von 673 K bis 923 K, so wird der Harzanteil selektiv pyrolysiert (Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung), um die Aluminiumfolie im metallischen Zustand zurückzugewinnen.

Besonders bevorzugt wird der Druck der gasdichten Kammer auf etwa  $10^{-2}$  Torr oder weniger verringert, oder wird ein Gas wie beispielsweise N<sub>2</sub>, Ar oder dergleichen eingelassen, um die Sauerstoffkonzentration einzustellen, worauf die Erwärmung erfolgt. Die Erwärmung auf den Temperaturbereich von 823 bis 873 K ist zu bevorzugen.

Ein Verarbeitungssystem für Abfälle gemäß der vorliegenden Erfindung weist eine gasdichte Kammer auf, in welcher Abfall gehalten wird, bei welchem ein Harz und Kupfer vereinigt vorgesehen sind, eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer, und eine Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatur in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß Kupfer im wesentlichen nicht oxidiert, und das Harz selektiv pyrolysiert wird.

wesentlichen nicht oxidiert, und das Harz selektiv pyrolysiert wird.

Weiterhin weist ein Verarbeitungssystem für Abfälle gemäß der vorliegenden Erfindung eine gasdichte Kammer auf, in welcher der Abfall gehalten wird, bei welchem ein Harz und Kupfer vereinigt vorgesehen sind, eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer, eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung zur Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer, und eine Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatur und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer auf solche Weise, daß zusätzlich zu der Tatsache, daß Kupfer in einem Zustand gehalten wird, in welchem es nicht wesentlich oxidiert wird, Harz selektiv pyrolysiert wird.

Unterhalb von 673 K ist die Pyrolyse wie etwa Verkohlung oder Umwandlung in Öl des Harzanteils unzureichend. Durch Erwärmung auf eine Temperatur im Bereich von 673 K bis 923 K wird das Harz verdampft bzw. umgewandelt in Öl bzw. verkohlt, was dazu führt, daß Kupfer im metallischen Zustand zurückgewonnen werden kann.

Bevorzugt wird der Druck in der gasdichten Kammer auf etwa  $10^{-2}$  Torr oder weniger verringert, oder wird ein Gas wie etwa N<sub>2</sub> oder Ar oder dergleichen eingelassen, um die Sauerstoffkonzentration einzustellen, gefolgt von einer Erwärmung. Eine Erwärmungstemperatur auf einen Bereich von 823 bis 873 K ist zu bevorzugen.

Die vorliegende Erfindung wird durchgeführt, um derartige Schwierigkeiten zu vermeiden. Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht daher in der Bereitstellung einer Verarbeitungseinrichtung und eines Verarbeitungsverfahrens, mit welchen ein Gegenstand wirksam, kostengünstig und sicher

DE 197.81.65% T1  
15.01.2013

63

verarbeitet werden kann, der ein Metall und ein Harz als Bestandteile aufweist.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Verarbeitungseinrichtung und eines Verarbeitungsverfahrens, mit welchen ein Gegenstand verarbeitet werden kann, der ein Metall und ein Harz als Bestandteile aufweist, und zwar wirksam und kostengünstig, wobei die Erzeugung von Dioxinen unterdrückt wird.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Verarbeitungseinrichtung und eines Verarbeitungsverfahrens, welche dazu fähig sind, Blei von einem Gegenstand abzutrennen und zurückzugewinnen, der ein Harz und Blei enthält.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Verarbeitungseinrichtung und eines Verarbeitungsverfahrens, welche die Verbindung eines Gegenstands, der durch eine Legierung verbunden ist, lösen können.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Verarbeitungseinrichtung und eines Verarbeitungsverfahrens, welche zusätzlich zur Lösung der Verbindung eines Gegenstands, der ein Harz aufweist, und durch eine Legierung mit Blei als Bestandteil verbunden wird, eine Rückgewinnung auch des Harzanteils ermöglichen.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Verarbeitungseinrichtung und eines Verarbeitungsverfahrens, mit welchen wirksam ein Harzbestandteil und ein Metall von einem Gegenstand abgetrennt und zurückgewonnen werden können, der ein Harz und ein Metall als Bestandteile aufweist.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Verarbeitungseinrichtung und eines Verarbeitungsverfahrens, mit welchen zusätzlich zur wirksamen Abtrennung des Harzbestandteils und des Metalls von einem Gegenstand, bei welchem das Harz und mehrere Metalle vereinigt vorgesehen sind, eine Abtrennung und Rückgewinnung des Harzes und der mehreren Metalle erfolgen kann.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Verarbeitungseinrichtung und eines Verarbeitungsverfahrens, mit welchen ein Gegenstand verarbeitet werden kann, der ein Metall und ein Harz enthält, beispielsweise Shredderstaub und dergleichen, während die Erzeugung von Dioxinen unterdrückt wird.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Verarbeitungseinrichtung und eines Verarbeitungsverfahrens zum Abtrennen und Zurückgewinnen giftiger Metalle wie beispielsweise Blei, oder eines Metalls wie etwa Kupfer, durch Auftrennung eines Gegenstands wie beispielsweise einer Schaltungsplatine, auf welche ein elektronisches Bauteil und dergleichen vorgesehen sind, in das elektronische Bauteil und die Leiterplatte, während die Erzeugung von Dioxinen unterdrückt wird.

Zur Lösung derartiger Schwierigkeiten ist eine Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung gemäß Patentanspruch 1 eine Verarbeitungseinrichtung zur Verarbeitung eines Gegenstands, der ein Harz und ein Metall aufweist, welche eine erste Pyrolysevorrichtung zum Pyrolysern des Gegenstands auf einer ersten Temperatur aufweist; eine Reformierungsvorrichtung zum Reformieren eines Gasbestandteils, der von dem Gegenstand bei einer derartigen zweiten Temperatur erzeugt wird, bei welcher Dioxine zersetzt

Gases auf eine dritte Temperatur, so daß eine Erhöhung der Konzentration der Dioxine in dem Gasbestandteil, der bei der zweiten Temperatur reformiert wird, unterdrückt wird, wobei die Abkühlvorrichtung an die Reformierungsvorrichtung angeschlossen ist; eine Verdampfungsvorrichtung zum Verdampfen des Metalls, welches in einem Rest enthalten ist, der durch die Pyrolyse des Gegenstands erzeugt wird, wobei die Verdampfungsvorrichtung den Rest unter verringertem Druck erhitzen kann; und eine Kondensationsvorrichtung zum Kondensieren des Metalls, welches aus dem Rest des Gegenstands verdampft.

Eine Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung gemäß Patentanspruch 2 ist eine Verarbeitungseinrichtung zur Verarbeitung eines Gegenstands, der ein Harz und ein Metall enthält, und die eine erste Pyrolysevorrichtung zum Pyrolysern des Gegenstands bei einer ersten Temperatur aufweist; eine zweite Pyrolysevorrichtung zum Pyrolysern austretenden Gases, welches von dem Gegenstand bei einer zweiten Temperatur erzeugt wird, die höher ist als die erste Temperatur, wobei die zweite Pyrolysevorrichtung mit der ersten Pyrolysevorrichtung verbunden ist; eine Abkühlvorrichtung zur Schnellabkühlung des austretenden Gases auf eine dritte Temperatur, so daß eine Erhöhung der Konzentration von Dioxinen in den austretenden Gasen unterdrückt wird, die bei der zweiten Temperatur pyrolysiert werden, wobei die Abkühlvorrichtung an die zweite Pyrolysevorrichtung angeschlossen ist; eine Verdampfungsvorrichtung zum Verdampfen des Metalls, welches in dem Rest enthalten ist, der durch die Pyrolyse des Gegenstands erzeugt wird, wobei die Verdampfungsvorrichtung den Rest unter verringertem Druck erhitzen kann; und eine Kondensationsvorrichtung zum Kondensieren des Metalls, welches aus dem Rest des Gegenstands verdampft.

erhitzen kann; und eine Kondensationsvorrichtung zum Kondensieren des Metalls, welches aus dem Rest des Gegenstands verdampft.

Eine Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist eine erste Pyrolysevorrichtung zum Pyrolisieren eines Gegenstands auf, der ein Harz und ein erstes sowie ein zweites Metall enthält, bei einer ersten Temperatur, eine Reformierungsvorrichtung, die an die erste Pyrolysevorrichtung angeschlossen ist, und ein austretendes Gas reformiert, welches von dem Gegenstand erzeugt wird, bei einer zweiten Temperatur, bei welcher Dioxine zersetzt werden, eine Kühlvorrichtung, die an die Reformierungsvorrichtung angeschlossen ist, und das abgegebene Gas schnell auf eine dritte Temperatur herunterkühlt, um so einen Anstieg der Dioxinkonzentration in den ausgetretenen Gasen zu verhindern, die bei der zweiten Temperatur reformiert wurden, eine erste Druckverringerungs/Heizvorrichtung, welche den durch Pyrolyse des Gegenstands erzeugten Rest unter verringertem Druck erhitzt, um so das erste Metall zu verdampfen, welches in dem Rest enthalten ist, und das zweite Metall beizubehalten, eine Kondensationsvorrichtung, die an die erste Heizvorrichtung angeschlossen ist, um einen Rest des Gegenstands, der durch die Pyrolyse erzeugt wird, unter verringertem Druck zu erhitzen, so daß das erste Metall von dem Rest des Gegenstands verdampft, und eine zweite Heizvorrichtung zur Erhitzung des Restes des Gegenstands unter verringertem Druck, um so das zweite Metall zu schmelzen, welches in dem Pyrolyserest des Gegenstands enthalten ist, aus welchem das erste Metall verdampft wurde.

Weiterhin ist die zweite Heizvorrichtung der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung dazu befähigt, den Gegenstand unter verringertem Druck zu

in dem Rest enthalten ist, aus welchem das erste Metall verdampft wird, geschmolzen wird.

Eine Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist eine Pyrolysevorrichtung zum Pyrolyseren eines Gegenstands auf, welche ein Harz und ein Metall als Teil seiner Bestandteile aufweist, und mit einem ersten Abschnitt und mit einem zweiten Abschnitt versehen ist, die durch ein Verbindungsstück verbunden sind, wobei das Verbindungsstück beibehalten wird, und weist eine Reformierungsvorrichtung auf, die an die Pyrolysevorrichtung angeschlossen ist, und das austretende Gas reformiert, welches von dem Gegenstand erzeugt wird, und zwar bei einer derartigen zweiten Temperatur, daß Dioxine zersetzt werden, eine Kühlvorrichtung, die an die Reformierungsvorrichtung angeschlossen ist, und die austretenden Gase schnell auf eine dritte Temperatur herunterkühlt, um so die Erhöhung der Dioxinkonzentration in den reformierten austretenden Gasen zu unterdrücken, und weist eine Heizvorrichtung zum Erhitzen des Rests des Gegenstands auf, der durch Pyrolyse des Gegenstands erzeugt wird, unter verringertem Druck, um das Verbindungsstück zu verdampfen.

Die Pyrolysevorrichtung der voranstehend geschilderten Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung kann eine nicht-oxidierende Atmosphäre oder eine reduzierende Atmosphäre aufweisen, durch Steuern der Sauerstoffkonzentration.

Die Kühlvorrichtung ist dazu ausgebildet, das Gas auf eine dritte Temperatur innerhalb eines Zeitraums herunterzukühlen, der so kurz ist wie möglich, vorzugsweise innerhalb von 10 Sekunden oder weniger.

15.09.93

Weiterhin kann die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung darüber hinaus eine Neutralisierungsvorrichtung aufweisen, die mit der Kühlvorrichtung verbunden ist, und die abgekühlten, ausgetretenen Gase neutralisiert.

Ein Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung gemäß Patentanspruch 3 ist ein Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines ein Harz und ein Metall aufweisenden Gegenstands, mit folgenden Schritten: einem ersten Pyrolyseschritt zum Pyrolyseren des Gegenstands bei einer ersten Temperatur; einem zweiten Pyrolyseschritt zum Pyrolyseren austretender Gase, die von dem Gegenstand erzeugt werden, bei einer zweiten Temperatur oberhalb der ersten Temperatur; einem Abkühlschritt zur Schnellabkühlung austretender Gase auf eine dritte Temperatur, um so einen Anstieg der Dioxinkonzentration in den austretenden Gasen zu unterdrücken, die bei der zweiten Temperatur pyrolysiert werden; einem Heizschritt zum Erhitzen des Restes, der durch Pyrolyse des Gegenstands erzeugt wird, unter verringertem Druck, um so das in dem Rest des Gegenstands enthaltene Metall zu verdampfen; und einem Kondensierungsschritt zum Kondensieren des Metalls, welches aus dem Rest des Gegenstands verdampft wurde.

Ein Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung gemäß Patentanspruch 4 ist ein Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, der ein Harz und ein Metall enthält, und umfaßt folgende Schritte: einen ersten Pyrolyseschritt zum Pyrolyseren des Gegenstands bei einer ersten Temperatur; einen zweiten Pyrolyseschritt zum Pyrolyseren austretender Gase, die von dem Gegenstand erzeugt werden, bei einer zweiten Temperatur oberhalb der ersten Temperatur; einen Abkühlschritt zur Schnellabkühlung

austretender Gase auf eine dritte Temperatur, um so eine Erhöhung der Dioxinkonzentration in den austretenden Gasen zu unterdrücken, die von der zweiten Temperatur pyrolysiert wurden; einen Erhitzungsschritt zum Erhitzen des Restes, der durch Pyrolyse des Gegenstands erzeugt wird, unter verringertem Druck, um so das Metall zu verdampfen, welches in dem Rest des Gegenstands vorhanden ist; und einen Kondensierungsschritt zum Kondensieren des Metalls, welches aus dem Rest des Gegenstands verdampft ist.

Ein Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung gemäß Patentanspruch 5 ist ein Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, der ein Harz, ein erstes Metall und ein zweites Metall enthält, und weist folgende Schritte auf: einen ersten Pyrolyseschritt zum Pyrolyseren des Gegenstands bei einer ersten Temperatur; einen Reformierungsschritt zum Reformieren austretender Gase, die von dem Gegenstand erzeugt werden, bei einer zweiten Temperatur, an welcher Dioxine zersetzt werden; einen Kühlungsschritt zur Schnellabkühlung der austretenden Gase auf eine dritte Temperatur, um so eine Erhöhung der Konzentration von Dioxinen in den austretenden Gasen zu unterdrücken, die bei der zweiten Temperatur reformiert werden; einen ersten Erhitzungsschritt zum Erhitzen eines durch Pyrolyse des Gegenstands erzeugten Rests unter verringertem Druck, um so das erste Metall zu verdampfen, welches in dem Rest des Gegenstands vorhanden ist, während das zweite Metall unverändert bleibt; einen Kondensierungsschritt zum Kondensieren des ersten Metalls, welches aus dem Rest des Gegenstands verdampft wurde; und einen zweiten Heizschritt zur Erhitzung der Oberfläche unter verringertem Druck, um so das zweite Metall zu schmelzen, welches in dem Rest enthalten ist, aus welchem das erste Metall verdampft wurde.

Ein Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung gemäß Patentanspruch 6 zeichnet sich dadurch aus, daß der zweite Heizschritt durch Erhitzen des Rests unter verringertem Druck durchgeführt wird, um das zweite Metall zu schmelzen, welches in dem Rest enthalten ist, aus welchem das erste Metall verdampft wurde, damit das zweite Metall infolge seiner Oberflächenspannung zusammenklumpt.

Ein Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung gemäß Patentanspruch 7 ist ein Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, der ein Harz und ein Metall als Bestandteile aufweist, wobei bei dem Gegenstand ein erster Abschnitt und ein zweiter Abschnitt durch ein Verbindungsmetall verbunden sind, und weist einen Pyrolyseschritt zum Pyrolyseren des Gegenstands auf, um das Verbindungsmetall beizubehalten; einen Reformierungsschritt zum Reformieren austretender Gase, die von dem Gegenstand erzeugt werden, bei einer zweiten Temperatur, bei welcher Dioxine zersetzt werden; einen Abkühlschritt zur Schnellabkühlung auftretender Gase auf eine dritte Temperatur, um eine Erhöhung der Dioxinkonzentration in den reformierten austretenden Gasen zu unterdrücken; und einen Erhitzungsschritt zum Erhitzen des Rests, der durch Pyrolyse des Gegenstands erzeugt wird, unter verringertem Druck, um so das Verbindungsmetall des Gegenstands zu verdampfen.

Darüber hinaus kann das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung einen Neutralisierungsschritt zum Neutralisieren der austretenden Gase aufweisen, die in dem Abkühlschritt abgekühlt werden.

Der Pyrolyseschritt kann in einer nicht-oxidierenden Atmosphäre oder in einer reduzierenden Atmosphäre beispielsweise durch Steuerung der Sauerstoffkonzentration durchgeführt werden.

15.01.95

Der Abkühlschritt wird vorzugsweise durch Abkühlung auf die dritte Temperatur innerhalb eines Zeitraums verwirklicht, der so kurz wie möglich ist, vorzugsweise innerhalb von 10 Sekunden.

Weiterhin wird die erste Temperatur vorzugsweise auf etwa 250 bis etwa 500 °C eingestellt.

Weiterhin wird die zweite Temperatur vorzugsweise auf eine Temperatur eingestellt, die höher ist als zumindest etwa 800 °C, besonders bevorzugt auf eine Temperatur, die höher als zumindest 1000 °C ist, und besonders bevorzugt auf eine Temperatur oberhalb von 1200 °C.

Weiterhin wird die dritte Temperatur vorzugsweise auf eine Temperatur eingestellt, die niedriger ist als zumindest 150 °C, bevorzugt auf eine Temperatur, die niedriger als zumindest 100 °C ist, und besonders bevorzugt auf eine Temperatur, die niedriger als 35 °C ist.

Die austretenden Gase, die von einem derartigen Gegenstand abgegeben werden, der verarbeitet wird, werden bei einer derartig hohen Temperatur reformiert und pyrolysiert, daß Dioxine zersetzt werden. Durch Schnellabkühlung von diesem Zustand aus auf die dritte Temperatur, bei welcher keine Dioxine erzeugt werden, während die Aufenthaltszeit in der Temperaturzone, in welcher Dioxine erzeugt werden, so kurz wie möglich gehalten wird, kann die Dioxinkonzentration in den austretenden Gasen drastisch verringert werden. Durch Durchführung der ersten Pyrolyse, der zweiten Pyrolyse, des Kräckens oder des Reformierens in zwei Stufen mit der ersten Temperatur und der zweiten Temperatur, wobei der Vorgang in einer reduzierenden Atmosphäre durchgeführt wird, kann die

15.09.93

Dioxinkonzentration in der Quelle wesentlich verringert werden.

Hierbei ist die zweite Temperatur eine solche Temperatur, daß Dioxine zersetzt werden, und bei dieser Temperatur können nicht nur Dioxine zersetzt werden, sondern auch andere Verbindungen, die in den austretenden Gasen enthalten sind. Daher kann die vorliegende Erfindung nicht nur Dioxine unschädlich machen, sondern auch halogenierte Kohlenwasserstoffe, PCB und dergleichen.

Die vorliegende Erfindung ist daher, um einen Gegenstand zu verarbeiten, der als Bestandteile ein Harz und ein Metall aufweist, mit einer Vorrichtung zum Zersetzen des Harzes versehen, mit einer Vorrichtung zur weiteren Pyrolyse der austretenden Gase, die von einem verarbeiteten Gegenstand entstehen, mit einer Kühlvorrichtung zum Abkühlen des Gases auf solche Weise, daß das Auftreten einer Synthese von Dioxinen verhindert wird, und mit einer Vorrichtung zur Rückgewinnung des Metalls aus dem festen Pyrolyserest durch Verdampfung oder Verflüssigung unter verringertem Druck. Hierbei kann das Gas ein Kunstharz oder ein natürliches Harz sein, oder eine Mischung derartiger Harze. Metall, falls dies nicht ausdrücklich anders erwähnt ist, ist hierbei als gesamte Metalle zu verstehen, die in dem Gegenstand enthalten sind, wobei keine Beschränkung auf ein bestimmtes Metallelement vorhanden ist.

Die erste Pyrolysevorrichtung dient zum Pyrolyseren bei einer derartigen ersten Temperatur, bei welcher ein Gegenstand unter Steuerung der Sauerstoffkonzentration pyrolysiert wird, und erzeugt hierdurch austretende Gase aus beispielsweise Shredderstaub, Abfall-Leiterplatten und dergleichen. Die austretenden Gase bestehen im wesentlichen aus austretendem Gas oder Gasen, jedoch ist hier auch der

15.09.95

Fall eingeschlossen, bei welchem in den austretenden Gasen Festkörperteilchen und flüssige Teilchen enthalten sind.

Als Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung einer ersten Temperatur einer ersten Pyrolysevorrichtung können eine Heizvorrichtung und eine Temperaturmeßvorrichtung verwendet werden. Als Heizvorrichtung können verschiedene Arten von Konvektionsheizung, Strahlungsheizung und dergleichen je nach Erfordernis eingesetzt werden, oder eine entsprechende Kombination dieser Maßnahmen verwendet werden. Es kann Widerstandsheizung eingesetzt werden, oder es kann ein Gas, Schweröl oder Leichtöl außerhalb der Kammer verbrannt werden. Nachdem das von dem Harz erzeugte Gas pyrolysiert wurde, und reformiert oder gekräckt wurde, wodurch es unschädlich und neutralisiert wird, kann das Verbrennungsgas erneut als Wärmequelle für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung einschließlich der ersten Pyrolysevorrichtung verwendet werden. Weiterhin kann ein sauberes Brenngas, welches beispielsweise durch die voranstehend geschilderte Art und Weise gewonnen wurde, einem Gasturbinengenerator zugeführt werden, damit eine Umwandlung in elektrischen Strom erfolgt, um so die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung einschließlich der ersten Pyrolysevorrichtung zu betreiben.

Als Temperaturmeßvorrichtung können verschiedene Arten von Temperatursensoren verwendet werden. Die erste Temperatur kann auf eine solche Temperatur eingestellt werden, daß zusätzlich dazu, eine Pyrolyse des Harzes des Gegenstands zu ermöglichen, in dem Gegenstand enthaltenes Metall so wenig wie möglich oxidiert wird, jedoch wird vorzugsweise die erste Pyrolysevorrichtung in einem reduzierenden Zustand betrieben, um Dioxine erzeugende Quellen in mehreren Schritten auszuschalten, wie dies nachstehend noch genauer erläutert

wird. Werden beispielsweise aromatische Kohlenwasserstoffverbindungen, die Chlor enthalten, unter reduzierenden Bedingungen pyrolysiert, so wird das Chlor der aromatischen Kohlenwasserstoffverbindungen in HCl und dergleichen zersetzt. Daher kann verhindert werden, daß Dioxine entstehen.

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung werden, falls dies nicht ausdrücklich anders erwähnt ist, polychlorierte Dibenzo-p-Dioxine (PCCDs), polychlorierte Dibenzofurane (PCDFs) und deren Homologe mit unterschiedlicher Anzahl an Chloratomen und unterschiedlichen Substitutionspositionen insgesamt als Dioxine bezeichnet.

Da vorzugsweise das in dem Gegenstand enthaltene Metall nicht wesentlich oxidiert wird, und besonders bevorzugt in einer reduzierenden Atmosphäre aufrechterhalten wird, ist daher eine erste Pyrolysevorrichtung vorzuziehen, die mit einer Temperatureinstellvorrichtung und einer Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung versehen ist.

Im allgemeinen kann, wenn ein Gegenstand ein komplizierter Gegenstand ist, während der Verarbeitung der Gegenstand teilweise oxidiert werden, jedoch muß die erste Pyrolysevorrichtung insgesamt nur auf einer reduzierenden Atmosphäre gehalten werden.

Als Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung kann beispielsweise ein Sauerstoffkonzentrationssensor, der eine Sauerstoffkonzentrationsmeßvorrichtung ist, sowie ein Trägergaseinlaßsystem verwendet werden.

Als Sauerstoffkonzentrationssensor kann ein sogenannter Zirkonoxidsensor verwendet werden, der beispielsweise Zirkonoxid verwendet, oder es kann die Absorption von

beispielsweise CO und CO<sub>2</sub> mit Infrarotspektrometieverfahren gemessen werden. Weiterhin kann GC-MS eingesetzt werden, oder je nach Erfordernis eine Kombination derartiger Maßnahmen erfolgen.

Als Trägergas kann beispielsweise ein Edelgas wie etwa Ar verwendet werden. Weiterhin kann durch dieses Trägergas nicht nur die Sauerstoffkonzentration in der ersten Pyrolysevorrichtung eingestellt werden, sondern kann dieses Trägergas wirksam auch das Gas zu einer Reformierungsvorrichtung oder einer zweiten Pyrolysevorrichtung leiten. Darüber hinaus kann es gleichzeitig als Druckeinstellvorrichtung dienen.

Weiterhin kann als Vorstufe einer ersten Pyrolysevorrichtung ein Shredder vorgesehen werden. Der von außerhalb der Einrichtung eingebrachte Gegenstand kann in die erste Pyrolysevorrichtung eingegeben werden, nachdem er durch einen Shredder zerkleinert wurde, gefolgt von einem Trennvorgang, oder kann in die erste Pyrolysevorrichtung ohne Zerkleinerung eingegeben werden. Wenn es sich beim Gegenstand um Abfall-Leiterplatten handelt, wird vorzugsweise der Gegenstand ohne Zerkleinerung der ersten Pyrolysevorrichtung zugeführt.

Innerhalb der ersten Pyrolysevorrichtung, welcher der Gegenstand zugeführt wird, können die Bedingungen in Bezug auf die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration so eingestellt werden, daß das Metall in dem Gegenstand so weit wie möglich nicht oxidiert wird, und Chlor, der sich mit einer organischen Verbindung während der Pyrolyse des Harzes verbindet, so weit wie möglich in anorganischer Form vorliegt. Die Temperatur- und Sauerstoffkonzentrationsbedingungen können vorher eingestellt werden, oder können durch Rückkopplung der Meßwerte für die Temperatur, die Sauerstoffkonzentration an die

Heizvorrichtung, die Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung und dergleichen geregelt werden. Wenn die Sauerstoffkonzentration gemessen werden soll, kann beispielsweise ein Zirkonoxidsensor verwendet werden.

Weiterhin kann der Druck in der Kammer der ersten Pyrolysevorrichtung gesteuert oder geregelt werden. Wird das Innere der ersten Pyrolysevorrichtung, beispielsweise eines Drehofens, unter verringerten Druck gesetzt, so nimmt auch die Sauerstoffkonzentration ab, so daß der Gegenstand infolge der Erwärmung nicht schnell oxidiert. Obwohl infolge der Erhitzung eine große Menge an Zersetzungsgas erzeugt wird, gibt Harz normalerweise bei seiner Zersetzung kaum Sauerstoff ab. Darüber hinaus kann das Zersetzungsgas des Harzes leicht verdampft werden.

Bei einer Druckverringerung nimmt die Wärmeleitfähigkeit in der gasdichten Zone ab. Wenn jedoch im Inneren der ersten Pyrolysevorrichtung eine nicht-oxidierende Atmosphäre vorhanden ist, wird der Gegenstand selbst unter Atmosphärendruck oder in druckbeaufschlagtem Zustand nicht oxidiert. Herrscht daher im Inneren der ersten Pyrolysevorrichtung eine nicht-oxidierende Atmosphäre, so kann durch Druckbeaufschlagung das Wärmeleitvermögen in dem System erhöht werden.

Nunmehr wird ein Verarbeitungssystem für austretende Gase beschrieben, welches die austretenden Gase verarbeitet, die von dem Gegenstand abgegeben werden.

Das Verarbeitungssystem für Abfallgase oder austretende Gase dient zur Verarbeitung der Abfallgase, die von dem Gegenstand abgegeben werden, in einer ersten Pyrolysevorrichtung, und sein Hauptteil besteht aus einer Reformierungsvorrichtung

oder einer zweiten Pyrolysevorrichtung und einer Abkühlvorrichtung. Die Abfallgase, die mit der Kühlvorrichtung behandelt werden, können als reineres Verbrennungsgas nach einer späteren Verarbeitung beispielsweise wie Neutralisierung, Filtrieren, Reinigung verwendet werden, je nach Erfordernis.

Eine Reformierungsvorrichtung ist so angeordnet, daß sie mit der ersten Pyrolysevorrichtung verbunden ist, und reformiert die Abfallgase, die von dem Gegenstand innerhalb der ersten Pyrolysevorrichtung abgegeben werden, bei einer zweiten Temperatur, die höher als die erste Temperatur ist. Reformieren bedeutet hierbei, die Verbindungen auf Kohlenwasserstoffbasis, die in den Abfallgasen enthalten sind, die von dem Gegenstand abgegeben werden, in Wasserstoff, Methan, Kohlenmonoxid und dergleichen umwandeln, also in Verbindungen mit niedrigem Molekulargewicht. Weiterhin kann beispielsweise Cracken oder Hydro-Reformierung eingesetzt werden. Es ist vorzuziehen, das Reformieren durchzuführen, während im Inneren des Systems reduzierende Bedingungen aufrechterhalten werden, um Quellen für Dioxine auszuschalten. Wenn das Innere der Reformierungsvorrichtung auf einer reduzierenden Atmosphäre gehalten werden kann, kann darüber hinaus eine kleine Menge an Luft in die Reformierungsvorrichtung eingegeben werden. Als Reformierungsvorrichtung kann, über eine thermische Reformierungsvorrichtung hinaus, und zusätzlich hierzu eine Kontaktreformierungsvorrichtung eingesetzt werden, die beispielsweise einen Katalysator verwendet. Als Katalysator können beispielsweise Feststoffe wie etwa  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  und Zeolit (Aluminumsilikat) verwendet werden, die Metalle wie beispielsweise Pt oder Re tragen.

Weiterhin kann statt der Reformierungsvorrichtung eine zweite Pyrolysevorrichtung vorgesehen sein, die mit der ersten

15.08.90

Pyrolysevorrichtung verbunden ist, und die Abfallgase in einer reduzierenden Atmosphäre pyrolysiert.

Durch Trennen der Reformierungsvorrichtung und der zweiten Pyrolysevorrichtung von der ersten Pyrolysevorrichtung können die Abfallgase von dem Gegenstand bei einer zweiten Temperatur gekräckt werden, die höher als die erste Temperatur ist, was es ermöglicht, wirksam die Abfallgase und anorganisches Chlor zu reformieren. Die Reformierungsvorrichtung oder die zweite Pyrolysevorrichtung wird vorzugsweise in einem solchen Zustand gehalten, daß Dioxine, welche direkt oder indirekt von dem Gegenstand herstammen, so weit wie möglich zersetzt werden können. Durch Einstellung der zweiten Temperatur auf beispielsweise etwa 800 °C kann ein beträchtlicher Anteil an Dioxinen zersetzt werden.

Durch Einstellung der zweiten Temperatur auf 1000 °C oder mehr, bevorzugt auf 1200 °C oder mehr können darüber hinaus Dioxine noch weiter wirksam zerlegt werden. Da die Reformierungsvorrichtung bei der zweiten Temperatur arbeitet, bei welcher Dioxine zersetzt werden können, tritt das Kräcken der Abfallgase gleichzeitig bei dieser zweiten Temperatur auf.

Die Verbindungen auf Kohlenwasserstoffgrundlage, die in den Abfallgasen enthalten sind, die von dem Gegenstand erzeugt werden, werden durch Reformieren durch die Reformierungsvorrichtung oder durch Cracken durch die zweite Pyrolysevorrichtung in Wasserstoff, Methan, Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe und dergleichen mit niedrigem Molekulargewicht umgewandelt.

Wenn Dioxine in den Abfallgasen enthalten sind, die von dem Gegenstand abgegeben werden, können praktisch sämtliche

Dioxine zersetzt werden. Darüber hinaus kann organisches Chlor in anorganisches umgewandelt werden, so daß eine erneute Synthese von Dioxinen unterdrückt werden kann.

In der Reformierungsvorrichtung oder der zweiten Pyrolysevorrichtung kann durch Einlassen der Abfallgase von der ersten Pyrolysevorrichtung und einer kleinen Menge an Luft in eine Kammer, die mit beispielsweise Kohle gefüllt ist, eine reduzierende Atmosphäre erzeugt werden, und können Temperaturbedingungen erzeugt werden, bei welchem die Dioxine zersetzt werden können.

Weiterhin wird durch Erhitzung, wie voranstehend geschildert, durch Verbrennung von Brenngas und Luft, die Kammer auf eine Temperatur erwärmt, bei welcher Dioxine zersetzt werden können, und dann können die Abfallgase von der ersten Pyrolysevorrichtung in diese Kammer eingelassen werden.

Weiterhin kann im Inneren der Kammer eine Kontaktzersetzungs vorrichtung vorgesehen sein, etwa der voranstehend beschriebene Katalysator.

Weiterhin kann je nach Erfordernis bei der Reformierungsvorrichtung oder der zweiten Pyrolysevorrichtung eine Temperatureinstellvorrichtung und eine Sauerstoffkonzentrationsmeßeinrichtung vorgesehen werden, durch welche die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration in dem System eingestellt werden. Als Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung können der voranstehend geschilderte Sauerstoffkonzentrationssensor und das Trägergaseinlaßsystem verwendet werden. Weiterhin kann ein Vorratsbehälter für Wasserstoffgas angeschlossen sein, oder ein Vorratsbehälter für ein Inertgas wie etwa Ar.

Die Abfallgase, die in den Abfallgasen enthalten sind, die von dem Gegenstand erzeugt werden, werden daher in Verbindungen mit niedrigerem Molekulargewicht durch die Reformierungsvorrichtung oder die zweite Pyrolysevorrichtung umgewandelt, was zu Wasserstoff, Methan, Kohlenmonoxid und dergleichen führt.

Die erste Pyrolysevorrichtung, die Reformierungsvorrichtung oder die zweite Pyrolysevorrichtung und die Kühlvorrichtung können, wenn die Abfallgase Chlor und dergleichen enthalten, in Bezug auf ihre Behälter und Rohre stark durch in den Abfallgasen enthaltenes Chlor zerfressen werden, und daher kann für diese Einrichtungen je nach Erfordernis Hastelloy oder eine Titanlegierung statt Edelstahl verwendet werden.

Die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist mit einer Schnellkühlvorrichtung versehen, die mit der Reformierungsvorrichtung oder der zweiten Pyrolysevorrichtung verbunden ist, und die Abfallgase schnell abkühlt, die bei einer zweiten Temperatur reformiert oder pyrolysiert werden, nämlich auf eine dritte Temperatur, um so einen Anstieg der Dioxinkonzentration in dem Abfallgase zu unterdrücken.

In der Reformierungsvorrichtung oder in der zweiten Pyrolysevorrichtung ist die Dioxinkonzentration in den Abfallgasen bemerkenswert gering, die bei der zweiten Temperatur reformiert oder pyrolysiert werden, da die zweite Temperatur so hoch ist, daß Dioxine zersetzt werden können, und Chlor der kohlenwasserstoffhaltigen Verbindungen, die bei dieser Temperatur zersetzt oder reformiert werden, infolge der reduzierenden Atmosphäre in anorganisches Chlor umgewandelt wird. Um daher eine erneute Entstehung der Dioxine aus diesem Zustand zu verhindern wird daher die Reformierungsvorrichtung oder die zweite Pyrolysevorrichtung schnell auf die dritte Temperatur abgekühlt, um so weit wie

15.09.98

möglich einen Anstieg an Dioxinen in dem Abfallgas zu unterdrücken. Die dritte Temperatur kann auf eine Temperatur eingestellt sein, bei welcher eine Erzeugung von Dioxinen durch Reaktionen nicht auftritt.

Die Abfallgase, die sich beispielsweise in einem Zustand befinden, in welchem Dioxine zersetzt sind (die Temperatur muß nicht notwendigerweise gleich der Temperatur der Reformierungsvorrichtung oder der zweiten Pyrolysevorrichtung sein, sondern es muß sich nur um eine Temperatur handeln, bei welcher die Dioxine zersetzt werden können), können durch ihre Schnellabkühlung auf eine Temperatur von 150 °C oder weniger, vorzugsweise 100 °C oder weniger, besonders bevorzugt 50 °C oder weniger daran gehindert werden, daß eine erneute Entstehung von Dioxinen erfolgt. In diesem Fall wird vorzugsweise eine Abkühlung der Abfallgase auf die dritte Temperatur so schnell wie möglich durchgeführt. Dies liegt daran, daß im Temperaturbereich von etwa 200 bis 400 °C erneut Dioxine durch Synthese erzeugt werden können. Durch Schnellabkühlung der Abfallgase auf die dritte Temperatur, um die Verweilzeit in dem Temperaturbereich zu verkürzen, in welchem die Erzeugung durch Resynthese von Dioxinen wahrscheinlich ist, kann die Dioxinkonzentration in den Abfallgasen wirksam heruntergedrückt werden.

Daher wird vorzugsweise die Abkühlung der Abfallgase in der Kühlvorrichtung in einem so kurzen Zeitraum wie etwa 10 Sekunden durchgeführt.

Als derartige Kühlvorrichtung kann ein Kühlmittel wie beispielsweise Wasser, Kühöl und dergleichen direkt auf das Abfallgase aufgesprüht werden, um durch Berührung zu kühlen. Wenn hierbei ein alkalisches Pulver, beispielsweise Kalkpulver und dergleichen, auf die Abfallgase gesprührt wird, können die Abfallgase neutralisiert werden. Da beispielsweise

HCl in den Abfallgasen in die Feststoffoberfläche durch den Kontakt mit dem Kalkpulver diffundiert, wird eine Erzeugung von Dioxinen durch erneute Synthese verhindert.

Wie voranstehend geschildert werden die Abfallgase von dem Gegenstand durch die erste Pyrolysevorrichtung, die Reformierungsvorrichtung oder die zweite Pyrolysevorrichtung bzw. die Kühlvorrichtung in Wasserstoff, Methan, Kohlenmonoxid und dergleichen umgewandelt, und kann darüber hinaus die Dioxinkonzentration in den Abfallgasen drastisch verringert werden.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Zersetzung des Gegenstands, und die Zersetzung der Abfallgase von dem Gegenstand durch Verarbeitung in mehreren Schritten durchgeführt, durch die erste Pyrolysevorrichtung, die Reformierungsvorrichtung oder die zweite Pyrolysevorrichtung, wobei diese Zerlegungsvorrichtungen in reduzierendem Zustand gehalten werden, was zur Unterdrückung der Erzeugung von Dioxinen führt.

Wenn Halogenide,  $SO_x$ ,  $NO_x$  und dergleichen in den Abfallgasen vorhanden sind, die in der Kühlvorrichtung gekühlt werden, können die Abfallgase durch Reinigungsvorrichtungen, Entschwefelungsvorrichtungen und dergleichen gereinigt und entschwefelt werden. Weiterhin kann eine Filtervorrichtung vorgesehen sein, welche Aktivkohle verwendet.

Weiterhin können die Abfallgase, die in der Kühlvorrichtung abgekühlt wurden, beispielsweise in eine Neutralisierungsreaktions/Filtervorrichtung eingegeben werden, etwa einen Beutelfilter. Zwischen der Kühlvorrichtung und der Neutralisierungsreaktions/Filtervorrichtung können durch eine trockene Venturi-Düse und dergleichen Kalkhydrat und Filterhilfsstoffe (hochporöse Teilchen wie beispielsweise

Zeolit oder Aktivkohle) in den Luftfluß der Abfallgase eingesprührt werden.

Die so behandelten Abfallgase, die von dem Objekt abgegeben werden, können als Wärmequelle eingesetzt werden, mit welcher die erste Pyrolysevorrichtung erhitzt wird, oder können einem Gasturbinengenerator zugeführt werden, um elektrischen Strom zu erzielen. Weiterhin kann diese Elektrizität als Wärmequelle und dergleichen für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

Als nächstes wird die Verarbeitung des Pyrolysefeststoffs des Gegenstands beschrieben, der in der ersten Pyrolysevorrichtung pyrolysiert wird.

Eine Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist, um einen Gegenstand zu verarbeiten, der ein Harz und ein Metall als Teile seiner Bestandteile aufweist, eine Vorrichtung auf, welche das voranstehend geschilderte Harz durch Zersetzung zurückgewinnt, sowie eine Vorrichtung, welche das Metall abtrennt und zurückgewinnt, wobei eine Druckverringerungs/Heizvorrichtung dazu dient, das Metall von dem Pyrolyserest des Gegenstands, der in der ersten Pyrolysevorrichtung zersetzt wurde, abzutrennen und zurückzugewinnen. Die Druckverringerungs/Heizvorrichtung ist dazu ausgebildet, den Gegenstand unter verringertem Druck zu erwärmen.

Beinahe der gesamte Harzanteil des Gegenstands wird durch die erste Pyrolysevorrichtung zersetzt, und das Abfallgas wird wie voranstehend geschildert verarbeitet. Da im Inneren der ersten Pyrolysevorrichtung deren Sauerstoffkonzentration gesteuert oder geregelt wird, wird darüber hinaus das Metall des Gegenstands nicht wesentlich oxidiert, und wird durch den

Gegenstand in dem Zustand gehalten, daß es nicht verdampft wird.

Ein erheblicher Anteil des Harzes des Gegenstands bleibt als Karbide in dem Rest infolge der Pyrolyse zurück. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird der Gegenstand, der durch die erste Pyrolysevorrichtung verarbeitet wurde, von der ersten Pyrolysevorrichtung zur Druckverringerungs/Heizvorrichtung übertragen.

Eine Druckverringerungs/Heizvorrichtung, mit welcher die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung versehen ist, weist eine erste gasdichte Zone auf, die mit einer Temperatureinstellvorrichtung und einer Druckeinstellvorrichtung versehen ist, um selektiv ein Metall in dem Gegenstand zu verdampfen, getrennt von der ersten Pyrolysevorrichtung, durch eine Trennwand, die geöffnet oder geschlossen werden kann, und weist eine erste Rückgewinnungsvorrichtung auf, die an die erste gasdichte Zone angeschlossen ist, und das von dem Gegenstand verdampfte Metall zurückgewinnt.

Als Temperatureinstellvorrichtung können eine Heizvorrichtung und eine Temperaturmeßvorrichtung verwendet werden. Als Heizvorrichtung können verschiedene Arten von Konvektionsheizung, Strahlungsheizung ausgewählt werden, oder je nach Erfordernis kombiniert werden. Als Wärmequelle kann das Brenngas verwendet werden, welches durch Verarbeitung der Abfallgase erhalten wird, oder kann durch das Brenngas erzeugte Elektrizität eingesetzt werden. Widerstandsheizung und dergleichen kann verwendet werden, oder es kann Schweröl oder Leichtöl verbrannt werden.

15.09.90

Weiterhin kann eine Induktionsheizvorrichtung verwendet werden. Als Temperaturmeßvorrichtung können verschiedene Arten von Temperatursensoren eingesetzt werden.

In der ersten Pyrolysevorrichtung wird der Gegenstand unter solchen Temperatur/Druckbedingungen pyrolysiert, daß das Metall in dem Gegenstand kaum oxidiert oder verdampft wird, was hauptsächlich zur Verdampfung (einschließlich der Verdampfung nach Umwandlung in Öl) oder Verkohlung führt. Daraufhin verarbeitet die voranstehend geschilderte Reformierungsvorrichtung oder die zweite Pyrolysevorrichtung die Abfallgase. Ein Gleichgewichtszustand kann sich ändern.

Wenn Abfallgase mit beispielsweise einem Metallbestandteil und dergleichen des Gegenstands vermischt sind, wird das zurückgewonnene Metall nach seiner Rückgewinnung durch Bereitstellung eines Zyklonabscheiders, der im Kühlweg vorgesehen ist, eines Beutelfilters oder eines Pfades je nach Erfordernis durch eine Druckverringerungs/Heizvorrichtung behandelt, zusammen mit dem Pyrolyserest der ersten Pyrolysevorrichtung.

Als Druckeinstellvorrichtung kann eine Absaugvorrichtung oder eine Druckbeaufschlagungsvorrichtung und eine Druckmeßvorrichtung verwendet werden. Als Absaugvorrichtung können verschiedene Arten von Vakuumpumpen verwendet werden, beispielsweise eine Drehpumpe, eine Oldiffusionspumpe oder eine Booster-Pumpe. Als Druckbeaufschlagungsvorrichtung kann beispielsweise Gas in das System von einem Gasvorrat eingelassen werden. Als Druckmeßvorrichtung können ein Bourdon-Rohr oder ein Pirani-Meßgerät je nach zu messendem Vakumbereich verwendet werden.

Zusätzlich kann zwischen der ersten Pyrolysevorrichtung und der ersten gasdichten Zone der

Druckverringerung/Heizvorrichtung eine Spülzone angeordnet sein, die mit der ersten gasdichten Zone verbunden ist. Zusammen mit der Spülzone kann eine Druckeinstellvorrichtung vorgesehen sein, beispielsweise ein Absaugsystem oder ein Druckbeaufschlagungssystem, sowie eine Temperatur-einstellvorrichtung, welche den Gegenstand vorheizt oder kühlt. Weiterhin kann ein Trägergaseinlaßsystem, durch welches das Gas in dem System ersetzt wird, vorgesehen sein, oder kann das Trägergaseinlaßsystem gleichzeitig als Druckbeaufschlagungssystem arbeiten.

Der Gegenstand wird der ersten gasdichten Zone von der Pyrolysevorrichtung durch eine Spülzone zugeführt. Durch Vorsehen der Spülzone wird, wenn der Gegenstand in die erste gasdichte Zone eingebracht wird, die erste gasdichte Zone gegenüber der Außenseite der Einrichtung abgeschlossen. Darüber hinaus lassen sich Belastungen einer Vakuumpumpe verringern, da die erste gasdichte Zone immer evakuiert und unter verringertem Druck gehalten werden kann.

Eine Druckverringerungs/Heizvorrichtung kann mit mehreren gasdichten Zonen versehen sein. Beispielsweise kann eine zweite gasdichte Zone so angeordnet sein, daß sie mit der ersten gasdichten Zone verbunden ist.

Weiterhin kann eine Spülzone neben der ersten gasdichten Zone oder der zweiten gasdichten Zone vorgesehen sein. Der Gegenstand kann nach außerhalb der Einrichtung von der ersten gasdichten Zone oder der zweiten gasdichten Zone durch die Spülzone gebracht werden.

Durch Anordnung einer Spülzone hinter der zweiten gasdichten Zone kann, wenn der Gegenstand aus der ersten oder zweiten gasdichten Zone entnommen wird, die erste oder die zweite gasdichte Zone gegenüber dem Außenabschnitt der Einrichtung

abgeschlossen werden. Da die erste oder die zweite gasdichte Zone immer evakuiert und in druckverringertem Zustand gehalten werden kann, lässt sich daher die Belastung der Vakuumpumpen verringern. Bis die Temperatur des erwärmten Gegenstands auf eine Temperatur abgesunken ist, bei welcher der Gegenstand selbst unter Atmosphärendruck nicht oxidiert wird, kann darüber hinaus der Gegenstand gegenüber der Außenluft geschützt werden.

Eine Spülzone arbeitet daher unter dem Gesichtspunkt der Druckverringerungs/Heizvorrichtung und des Gegenstands als Pufferzone zwischen dem Außenabschnitt der Druckverringerungs/Heizvorrichtung und der ersten und zweiten gasdichten Zone.

Die erste gasdichten Zone und die zweite gasdichten Zone, die für die Druckverringerungs/Heizvorrichtung vorgesehen sind, werden durch eine Trennwand abgeschlossen, die geöffnet oder geschlossen werden kann. Die Trennwand hält über die Aufrechterhaltung der Gasdichtigkeit jeder Zone auch die adiabatischen Eigenschaften jeder Zone aufrecht.

Beispielsweise können eine Vakuumtür, welche für Gasdichtigkeit sorgt, und eine Wärmeisolationstür, welche die adiathermischen Eigenschaften aufrechterhält, kombiniert werden. Durch Abschließen der ersten und der zweiten gasdichten Zone durch eine Trennwand, die aus einer Wärmeisolierungstür, einer Vakuumtür, und einer Wärmeisolierungstür besteht, können die Gasdichtigkeit und die adiathermischen Eigenschaften jeder Zone aufrechterhalten werden. Durch Anordnung einer Wärmeisolierungstür zwischen einer Vakuumtür und der Zone, welche durch die Vakuumtür abgeschlossen wird, kann selbst dann, wenn die Vakuumtür einer starken Wärmebelastung ausgesetzt ist, die Vakuumtür gegen die Wärmebelastung geschützt werden. In diesem Fall

kann die Vakuumtür gegen die Wärme der ersten und der zweiten gasdichten Zone geschützt werden.

Selbstverständlich kann eine Trennwand zwischen dem Außenabschnitt der Druckverringerungs/Heizzone und einer Spülzone angeordnet werden, zwischen der Spülzone und einer ersten gasdichten Zone, zwischen einer zweiten gasdichten Zone und der Spülzone, jedoch hängt die Art der Trennwand von den Erfordernissen ab.

Wenn beispielsweise die Wärmebelastung der Spülzone niedrig ist, kann nur eine Vakuumtür vorgesehen werden.

Im Inneren der ersten gasdichten Zone, in welches der Pyrolyserest des Gegenstands und die Abfallfeststoffe, die von den gasförmigen Abfällen des Gegenstands getrennt wurden eingebracht wird, wird auf einen solchen Temperatur/Druckzustand eingestellt, daß ein Metall in dem Gegenstand verdampft wird. Der Temperatur/Druckzustand kann vorher eingestellt werden, oder kann durch Rückkopplung der Meßwerte für die Temperatur und den Druck zur Heizvorrichtung und zur Druckeinstellvorrichtung geregelt werden. Das gleiche gilt für die zweite gasdichte Zone.

Das Innere der ersten gasdichten Zone, in welches der Gegenstand eingegeben wird, wird in Bezug auf die Temperatur und den Druck so eingestellt, daß ein Metall in dem Gegenstand verdampft wird. Wenn der Druck im Inneren der ersten gasdichten Zone verringert wird, wird das Metall in dem Gegenstand bei einer niedrigeren Temperatur als unter Atmosphärendruck verdampft. Weiterhin nimmt die Sauerstoffkonzentration ab, so daß eine nicht-oxidierende Atmosphäre innerhalb der ersten gasdichten Zone erzeugt wird. Daher kann der metallische Zustand des verdampften Metalls aufrechterhalten werden.

Beispielsweise liegt der Siedepunkt von Zink bei 760 Torr bei 1203 K, jedoch bei 1 Torr bei 743 K, und bei  $10^{-4}$  Torr bei 533 K.

Weiterhin liegt beispielsweise der Siedepunkt von Blei bei 2017 K bei 760 Torr (1 Atmosphäre), jedoch bei  $10^{-1}$  Torr bei 1100 K, und bei  $10^{-3}$  Torr bei 900 K.

In der ersten gasdichten Zone wird daher ein Metall selektiv verdampft, entsprechend den Temperatur/Druckbedingungen.

Da beim Zuführen in die erste gasdichte Zone praktisch das gesamte Harz des Gegenstands in Karbid umgewandelt wird, kann darüber hinaus die Verdampfung eines Metalls aus dem Gegenstand kaum ein Zersetzungsgas erzeugen. Daher kann das verdampfte Metall in metallischem Zustand mit hoher Reinheit zurückgewonnen werden, was zu einer Verringerung der Belastung der Vakuumpumpe führt.

Die Kondensationsvorrichtung dient zum Kondensieren des Metalls, welches auf die geschilderte Weise in der ersten gasdichten Zone verdampft wurde, um es zurückzugewinnen.

Beispielsweise durch Anschluß einer Rückgewinnungskammer, die ein Auslaßsystem aufweist, in der ersten gasdichten Zone kann ein Metall, welches in der Kammer verdampft wurde, auf eine Temperatur unterhalb seines Schmelzpunktes abgekühlt werden, damit es kondensiert, was zur Rückgewinnung führt. Im Inneren der Rückgewinnungskammer kann beispielsweise eine Gegenflußanordnung oder können Spiralanordnungen vorgesehen sein. Statt dessen kann zwischen einer Rückgewinnungskammer und einer ersten gasdichten Zone, zwischen der Rückgewinnungskammer und einem Absaugsystem, ein Ventil oder eine Trenneinrichtung vorgesehen sein, das bzw. die geöffnet

oder geschlossen werden kann. Wenn das Metall, welches aus dem Gegenstand verdampfte, in eine Rückgewinnungskammer eingebracht wird, wird dann nämlich die Rückgewinnungskammer geschlossen, um das Metall bis zum Kondensieren abzukühlen, wodurch es wiedergewonnen wird.

Unabhängig davon, daß das verdampfte Metall für die Rückgewinnung kontinuierlich kondensiert wird, oder portionsweise verarbeitet wird, um für die Rückgewinnung zu kondensieren, wird der Rückgewinnungswirkungsgrad desto höher, je länger die Aufenthaltszeit des verdampften Metalls in der Rückgewinnungskammer ist.

Weiterhin kann N<sub>2</sub> oder ein Edelgas als Trägergas in die erste gasdichte Zone eingelassen werden. Das verdampfte Metall wird wirksam der Rückgewinnungskammer zusammen mit dem Trägergas zugeführt.

Mehrere Systeme der Kondensationsvorrichtung können vorgesehen sein. Dasselbe Metall kann durch die mehreren Kondensationsvorrichtungen zurückgewonnen werden, oder es kann durch graduelle Einstellung der Temperatur und des Drucks in der ersten gasdichten Zone eine selektive Verdampfung mehrerer Metalle durchgeführt werden, wobei mehrere Systeme der Kondensationsvorrichtung umgeschaltet werden, um die jeweiligen Metalle zurückzugewinnen.

Weiterhin kann die Kondensierung in der Kondensationsvorrichtung in mehreren Stufen durchgeführt werden.

Eine Druckverringerungs/Heizvorrichtung, die für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist, dient daher zur Verarbeitung eines Gegenstands, welcher ein Harz und ein Metall als Bestandteile

aufweist. Die Druckverringerungs/Heizvorrichtung der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ermöglicht es, durch Bereitstellung einer ersten Pyrolysevorrichtung, welche einen Harzbestandteil des Gegenstands zersetzt, bevor die Druckverringerungs/Heizvorrichtung dem Metallbestandteil des Gegenstands verdampft, einen Gegenstand zu verarbeiten, der ein Harz und ein Metall als Bestandteile aufweist. Die Abgase von dem Gegenstand, die von der Pyrolysevorrichtung abgegeben werden, werden wie voranstehend geschildert durch die Reformierungsvorrichtung oder die zweite Pyrolysevorrichtung verarbeitet, die an die erste Pyrolysevorrichtung angeschlossen ist, und durch die Kühlvorrichtung. Daher kann in der Druckverringerungs/Heizvorrichtung eine derartige Erhitzung und Druckverringerung durchgeführt werden, daß dies zur Verdampfung des Metalls ausreicht.

Da in der ersten Pyrolysevorrichtung der Gegenstand unter solchen Bedingungen zersetzt wird, daß das Metall des Gegenstands nicht stark oxidiert oder verdampft wird, kann in der Druckverringerungs/Heizvorrichtung das Metall wirksam von dem Gegenstand getrennt werden, um zurückgewonnen zu werden.

Die Druckverringerungs/Heizvorrichtung der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung kann eine erste Pyrolysevorrichtung aufweisen, die mit einer Temperatureinstellvorrichtung und einer Druckeinstellvorrichtung versehen ist, und ein in dem Gegenstand enthaltenes Metall verdampft, eine zweite gasdichte Zone, die mit einer Temperatureinstellvorrichtung und einer Druckeinstellvorrichtung versehen ist, und selektiv das Metall des Gegenstands verdampft, und durch eine Trennwand, die geöffnet oder geschlossen werden kann, von der ersten gasdichten Zone getrennt ist, eine Kondensationsvorrichtung, die an die erste gasdichte Zone

19.03.98

angeschlossen ist, und das auf den Gegenstand verdampfte Metall kondensiert, sowie eine zweite Rückgewinnungsvorrichtung, die an die zweite gasdichte Zone angeschlossen ist, und das von dem Gegenstand verdampfte Metall zurückgewinnt.

Eine derartige Druckverringerungs/Heizvorrichtung kann mit mehreren gasdichten Zonen versehen sein, welche in dem Gegenstand, beispielsweise einem Pyrolyserest der ersten Pyrolysevorrichtung, enthaltene Metalle verdampfen. Wenn daher ein Gegenstand verarbeitet wird, der ein erstes Metall und ein zweites Metall als Bestandteile aufweist, so weist die Druckverringerungs/Heizvorrichtung eine erste gasdichte Zone auf, die mit einer Temperatureinstellvorrichtung und einer Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung versehen ist, und einen Gegenstand auf solche Weise pyrolysiert, daß das erste und zweite Metall in der ersten Pyrolysevorrichtung nicht stark oxidiert werden, und weist weiterhin eine Temperatureinstellvorrichtung und eine Druckeinstellvorrichtung auf, um selektiv das erste Metall des Gegenstands zu verdampfen, und die durch eine Trennwand abgeschlossen sind, die geöffnet und geschlossen werden kann, gegenüber der ersten Pyrolysevorrichtung, wobei eine zweite gasdichte Zone mit einer Temperatureinstellvorrichtung und einer Druckeinstellvorrichtung vorgesehen ist, und selektiv das zweite Metall in dem Gegenstand verdampft, und gegenüber der ersten gasdichten Zone durch eine Trennwand abgeschlossen ist, welche geöffnet und geschlossen werden kann, eine erste Kondensationsvorrichtung das erste Metall kondensiert, welches von dem Gegenstand verdampft wurde, und an die erste gasdichte Zone angeschlossen ist, und eine zweite Kondensationsvorrichtung vorgesehen ist, die an die zweite gasdichte Zone angeschlossen ist, und das zweite Metall zurückgewinnt, welches von dem Gegenstand verdampfte. Die Druckverringerungs/Heizvorrichtung zeichnet sich dadurch aus,

DE 197.81.654 T1

93

daß sie mit mehreren zweiten gasdichten Zonen versehen ist. Hierdurch können mehrere Metalle in dem Gegenstand selektiv verdampft, kondensiert bzw. zurückgewonnen werden.

Die Druckverringerungs/Heizvorrichtung der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist ein Stück einer gasdichten Zone auf, die mit einer Temperatureinstellvorrichtung und einer Druckeinstellvorrichtung versehen ist, eine erste Kondensationsvorrichtung, die an die gasdichte Kammer angeschlossen ist, und das erste Metall zurückgewinnt, welches von dem Gegenstand verdampft wurde, wenn die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß das erste Metall des Gegenstands selektiv verdampft wird, und eine zweite Kondensationsvorrichtung, die an die gasdichte Kammer angeschlossen ist, und das zweite Metall zurückgewinnt, welches von dem Gegenstand verdampft wurde, wenn die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß selektiv das zweite Metall des Gegenstands verdampft wird. Im Gegensatz zur vorher beschriebenen Heizvorrichtung zur Erhitzung des Gegenstands unter verringertem Druck, die mit mehreren gasdichten Zonen versehen ist, in denen unterschiedliche Temperatur in Bezug auf die Temperatur, den Druck und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer herrschen, ist die vorliegende Druckverringerungs/Heizvorrichtung eine solche Druckverringerungs/Heizvorrichtung der Verarbeitungseinrichtung, die mit mehreren Kondensationsvorrichtungen entsprechend den Bedingungen in einer gasdichten Kammer versehen ist.

Die Temperatureinstellvorrichtung in der gasdichten Kammer, also eine Temperatureinstellvorrichtung des Gegenstands, kann wie voranstehend geschildert eine Heizvorrichtung und einen

Temperatursensor einsetzen. Auch für die Erwärmung können verschiedene Heizvorrichtungen je nach Bedürfnis verwendet werden, beispielsweise Konvektion, Strahlung und deren Kombinationen.

Als Druckeinstellvorrichtung kann ebenso wie im Falle der voranstehend geschilderten Druckverringerungs/Heizvorrichtung eine Absaugvorrichtung, eine Druckbeaufschlagungsvorrichtung und eine Druckmeßvorrichtung verwendet werden. Als Absaugvorrichtung können verschiedene Arten von Vakuumpumpen verwendet werden, beispielsweise eine Drehpumpe, eine Öldiffusionspumpe oder eine Booster-Pumpe. Als Druckbeaufschlagungsvorrichtung kann beispielsweise ein Gas von einem Gasvorrat in das System eingelassen werden. Als Druckmeßvorrichtung kann etwa ein Bourdon-Rohr oder ein Pirani-Meßgerät entsprechend den zu messenden Vakumbereich verwendet werden.

Die Kondensationsvorrichtung kann ebenso wie im voranstehend geschilderten Fall ausgebildet sein.

Wie bei der ersten kann auch in der zweiten Kondensationsvorrichtung durch Anschluß beispielsweise einer Rückgewinnungskammer, die ein Absaugsystem in einer gasdichten Zone aufweist, ein Metall, welches in der Kammer verdampft wurde, nach unterhalb des Schmelzpunktes abgekühlt werden, so daß es kondensiert, wodurch die Rückgewinnung ermöglicht wird. Im Inneren der Rückgewinnungskammer kann eine Gegenflußanordnung oder eine Spiralanordnung vorgesehen sein. Es können auch zwischen der Rückgewinnungskammer und der ersten und der zweiten gasdichten Zone, sowie zwischen der Rückgewinnungskammer und dem Absaugsystem Ventile oder Trennwände vorgesehen sein, die geöffnet und geschlossen werden können. Wenn daher das Metall, welches aus dem Gegenstand verdampft ist, in die Rückgewinnungskammer

eingebbracht wird, wird die Rückgewinnungskammer zur Abkühlung geschlossen, so daß das Metall kondensiert, um zurückgewonnen zu werden.

Wenn eine Temperatureinstellvorrichtung für einen Gegenstand vorgesehen wird, der beispielsweise Blei enthält, an der Druckverringerungs/Heizvorrichtung, und die Temperatur in der Druckverringerungs/Heizvorrichtung einstellt, eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der Druckverringerungs/Heizvorrichtung vorgesehen wird, eine Steuervorrichtung zum Steuern der Temperaturinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung auf solche Weise vorgesehen wird, daß die Temperatur und der Druck in der Druckverringerungs/Heizvorrichtung dazu führen, daß das Blei in dem Gegenstand selektiv verdampft, und eine Rückgewinnungsvorrichtung vorgesehen wird, die an die Druckverringerungs/Heizvorrichtung angeschlossen ist, und dazu führt, daß das Blei kondensiert, welches aus dem Gegenstand verdampft wurde, so kann das Blei aus dem Pyrolyserest des Gegenstands zurückgewonnen werden (einschließlich Feststoffbestandteilen und flüssigen Bestandteilen, die von dem Abfallgase abgetrennt wurden).

Die Druckverringerungs/Heizvorrichtung der Verarbeitungseinrichtung ist dazu ausgebildet, Blei aus dem Gegenstand abzutrennen und zurückzugewinnen, durch Einbringung des Gegenstands in die gasdichte Kammer, Einstellung der Temperatur, des Drucks oder der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer, und selektive Verdampfung des Bleis in dem Gegenstand. Auch andere Metalle als Blei können durch Steuern des Inneren der gasdichten Kammer auf die vorbestimmten Temperatur- und Druckbedingungen, welche ein selektives Verdampfen des

Metalls gestatten, von dem Gegenstand abgetrennt und zurückgewonnen werden.

Selbst wenn der Gegenstand Blei und Harz enthält, wird in der ersten Pyrolysevorrichtung zuerst durch Pyrolyse des Gegenstands unter solchen Bedingungen, unter welchen das Blei nicht verdampft wird oder nicht stark oxidiert wird, der Harzanteil zersetzt (vergast, in Öl umgewandelt, verkohlt). Dann wird das Blei selektiv in der Druckverringerungs/Heizvorrichtung verdampft, um das verdampfte Blei im metallischen Zustand zurückzugewinnen. Durch Pyrolyse des Harzbestandteils des Gegenstands in der ersten Pyrolysevorrichtung kann das Blei in dem Gegenstand wirksam zurückgewonnen werden.

Weiterhin kann die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung mit einer Steuervorrichtung versehen sein, welche eine derartige Temperatureinstellvorrichtung, Druckeinstellvorrichtung oder Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung steuert. Die Steuervorrichtung steuert die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration beispielsweise in der ersten Pyrolysevorrichtung so, daß der Gegenstand pyrolysiert wird, während das Metall in dem Gegenstand nicht oxidiert wird, oder so, daß das Metall in der Druckverringerungs/Heizvorrichtung selektiv verdampft wird. Die Steuervorrichtung kann den Zustand innerhalb der gasdichten Kammer dadurch optimieren, daß sie den Zustand der gasdichten Zone mit dem voranstehend geschilderten Temperatursensor, Drucksensor, Sauerstoffkonzentrationssensor und dergleichen mißt, und durch Rückkopplung der Meßwerte an die Heizvorrichtung, Absaugvorrichtung, Druckbeaufschlagungsvorrichtung, an das Träergaseinlaßsystem und dergleichen.

Zur Bereitstellung einer derartigen Steuerung oder Regelung kann weiterhin eine Steuereinrichtung zur Verfügung gestellt werden, die durch Eingabe der Parameter der Zustände im Inneren der Druckverringerungs/Heizvorrichtung Signale zum Betrieb der Heizvorrichtung, der Absaugvorrichtung, der Druckbeaufschlagungsvorrichtung, der Trägergaseinlaßvorrichtung und dergleichen ausgibt, um so die Bedingungen in der gasdichten Kammer zu optimieren. Die Steuerschaltung kann als Programm in einer Speichervorrichtung der Steuereinrichtung gespeichert sein. Diese Steuervorrichtung kann die erste Pyrolysevorrichtung, die Reformierungsvorrichtung, die zweite Pyrolysevorrichtung, die Kühlvorrichtung und dergleichen vereinigt steuern.

Der Pyrolyseschritt in dem Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Schritt, bei welchem ein Gegenstand dadurch pyrolysiert wird, daß der Gegenstand unter Steuerung der Sauerstoffkonzentration erhitzt wird.

Das Harz, etwa Plastik, beginnt bei etwa 50 °C zu schmelzen, und zersetzt sich bei etwa 180 bis 500 °C, so daß Gas auf Kohlenwasserstoffbasis abgegeben wird, welches hauptsächlich aus C1 bis C16 besteht. Die Abgase, die durch Pyrolyse dieser Harze und dergleichen erzeugt werden, werden wie voranstehend geschildert so verarbeitet, daß keine Dioxine erzeugt werden, so daß sie als Brenngase recycelt werden können.

Wie voranstehend geschildert wird die Pyrolyse des Gegenstands vorzugsweise unter Steuerung der Sauerstoffkonzentration in der Kammer durchgeführt. Die Sauerstoffkonzentration kann dadurch eingestellt werden, daß ein Trägergas wie etwa Ar eingelassen wird, oder durch Einstellung des Gesamtdrucks in der Kammer der ersten Pyrolysevorrichtung.

Durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration in dem ersten Pyrolyseschritt so, daß eine reduzierende Atmosphäre innerhalb des Systems aufrechterhalten wird, kann die Oxidation eines Metalls wie beispielsweise Blei verhindert werden, und die Erzeugung von Dioxinen unterdrückt werden. Durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration unabhängig vom Gesamtdruck kann darüber hinaus, ohne daß die Wärmeleitfähigkeit in der ersten Pyrolysevorrichtung verringert wird, eine Oxidation des Metalls verhindert werden, und können der Pyrolysewirkungsgrad für den Gegenstand und der Rückgewinnungswirkungsgrad für die Abgase verbessert werden. In einigen Fällen kann ein Trägergas wie etwa Ar in die erste Pyrolysevorrichtung eingelassen werden, um das Harz unter Druck zu setzen und zu zerlegen.

In der ersten Pyrolysevorrichtung wird die Pyrolyse des Harzes in dem Gegenstand vorzugsweise vollständig durchgeführt, jedoch kann sie auch in einem Ausmaß durchgeführt werden, bei welchem die Abtrennung und Rückgewinnung des Metalls in der Druckverringerungs/Heizvorrichtung nicht negativ beeinflußt wird. Da praktisch die gesamte Feuchtigkeit oder der gesamte Ölanteil des Gegenstands von dem Gegenstand in dem Pyrolyseschritt entfernt werden kann, wird der Schritt, in welchem das Metall verdampft wird, nicht negativ beeinflußt.

Beispielsweise zeigt Blei einen Dampfdruck von 760 mm Hg bei etwa 1745 °C, jedoch weist Bleioxid einen Dampfdruck von 760 mm Hg bei der niedrigeren Temperatur von 1472 °C auf. Durch Steuerung der Sauerstoffkonzentration bei der ersten Pyrolysevorrichtung wird daher verhindert, daß metallisches Blei zu Bleioxid oxidiert wird, und verstreut wird, so daß mit der Druckverringerungs/Heizvorrichtung Blei wirksamer zurückgewonnen werden kann.

Nachdem der Gegenstand pyrolysiert wurde, während das Metall in dem Gegenstand wie voranstehend geschildert nicht wesentlich oxidiert wurde, wird der Gegenstand unter verringertem Druck so erhitzt, daß das in dem pyrolysierten Gegenstand enthaltene Metall verdampft wird, wodurch das Metall abgetrennt und aus dem Gegenstand zurückgewonnen wird.

Sind mehrere Metall in dem Gegenstand enthalten, kann ein gewünschtes Metall selektiv dadurch verdampft werden, daß der unterschiedliche Dampfdruck der Metalle ausgenutzt wird.

Beispielsweise hängt die Temperatur, bei welcher Blei verdampft, vom Druck in der Kammer ab. Unter Atmosphärendruck bei einer Erhitzung auf beispielsweise 1400 °C beträgt der Dampfdruck von Blei 84 mm Hg, wogegen die Dampfdrucke von Eisen, Kupfer und Zinn noch nicht einmal 1 mm Hg erreichen.

Durch Erhitzung des Gegenstands auf etwa 1400 °C kann daher nur Bleidampf selektiv aus dem Gegenstand erzeugt werden.

Unter Atmosphärendruck ist darüber hinaus der Dampfdruck von Blei beispielsweise bei 1740 °C 760 mm Hg, wogegen jener von Zinn 15 mm Hg beträgt, und jener von Kupfer noch nicht einmal 3 mm Hg erreicht. Durch Erwärmung des Gegenstands auf etwa 1740 °C kann daher praktisch nur Bleidampf selektiv aus dem Gegenstand erzeugt werden.

Durch Druckverringerung im Inneren der gasdichten Kammer kann bei noch niedrigerer Temperatur das Metall in dem Gegenstand verdampft werden.

Wenn der Druck in der gasdichten Zone der Druckverringerungs/Heizvorrichtung auf  $10^{-1}$  Torr eingestellt

wird, kann durch Erwärmung auf etwa 1100 K praktisch nur Bleidampf selektiv aus dem Gegenstand erzeugt werden.

Wenn der Druck in der gasdichten Zone auf  $10^{-3}$  eingestellt wird, kann durch Erhitzung auf etwa 900 K praktisch nur Bleidampf selektiv aus dem Gegenstand erzeugt werden.

Wenn der Druck in der gasdichten Zone auf  $10^{-4}$  Torr eingestellt wird, kann durch Erhitzung auf etwa 700 K praktisch nur Bleidampf selektiv aus dem Gegenstand erzeugt werden.

Der bleihaltige Metalldampf, der wie voranstehend geschildert selektiv erzeugt wird, kann als Metall durch eine Kondensationsvorrichtung zurückgewonnen werden, welche unterhalb des Schmelzpunkts des Metalls abgekühlt ist.

Wenn das aus dem Gegenstand verdampfte Metall kondensiert, und für die Rückgewinnung kristallisiert, läßt sich er Rückgewinnungsanteil dadurch vergrößern, daß eine längere Aufenthaltsdauer für den Bleidampf in der Einrichtung eingestellt wird. Als Aufbau für die Kondensationsvorrichtung ist daher eine Gegenflußanordnung oder eine spiralförmige Anordnung besonders zu bevorzugen.

Läßt man N<sub>2</sub> oder ein Edelgas wie etwa Ar das Trägergas von der gasdichten Zone der Druckverringerungs/Heizvorrichtung zur Kondensationsvorrichtung fließen, kann darüber hinaus der Metalldampf noch selektiver zurückgewonnen werden.

Wenn der erste Pyrolyseschritt und der Druckverringerungs/Heizschritt kontinuierlich durchgeführt werden, läßt sich die Energiezufuhr drastisch verringern.

Da die Wärmeleitfähigkeit eines Gases mit abnehmenden Druck abnimmt, ist eine größere Energiezufuhr erforderlich, wenn im Inneren der gasdichten Kammer in dem Druckverringerungs/Erhitzungsschritt der Druck verringert wird.

Wenn bei der Verarbeitungseinrichtung und dem Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung die erste Pyrolysevorrichtung und die Druckverringerungs/Heizvorrichtung so verbunden sind, daß eine Abkühlung des Gegenstands vermieden wird, und der erste Pyrolyseschritt als vorbereitender Erhitzungsschritt für die Druckverringerungs/Heizvorrichtung verwendet wird, welche das Metall verdampft, kann die zugeführte Energie im Druckverringerungs/Erhitzungsschritt im wesentlichen Umfang verringert werden. Darüber hinaus kann eine Oxidation des in der ersten Pyrolysevorrichtung erhitzten Gegenstands verhindert werden, der in der Atmosphäre verbrannt wird. Beispielsweise können die erste Pyrolysevorrichtung und die Bezugszeichen der Druckverringerungs/Heizvorrichtung über einen Spülraum verbunden sein.

Die Druckverringerungs/Heizvorrichtung, die für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist, kann eine gasdichte Zone aufweisen, in welcher der Gegenstand gehalten wird, der einen ersten Abschnitt und einen zweiten Abschnitt aufweist, die durch ein Metall verbunden sind, und kann eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur im Inneren der gasdichten Zone aufweisen, eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks im Inneren der gasdichten Zone, und eine Steuer- oder Regelvorrichtung zum Steuern bzw. Regeln der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung auf solche Weise, daß infolge der

Temperatur und des Drucks im Inneren der gasdichten Zone das Metall verdampft werden kann.

Für eine gasdichte Zone, in welcher ein Gegenstand gehalten wird, der einen ersten Abschnitt und einen zweiten Abschnitt aufweist, die durch eine Legierung verbunden sind, die aus einem ersten Metall und einem zweiten Metall besteht, ist eine Temperatureinstellvorrichtung vorgesehen, durch welche die Temperatur im Inneren der gasdichten Zone eingestellt wird, eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in Inneren der gasdichten Zone, und eine Steuer- oder Regelvorrichtung zum Steuern bzw. Regeln der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung auf solche Weise, daß eine Temperatur und ein Druck im Inneren der gasdichten Zone zur Verfügung gestellt werden können, infolge derer die Metalle verdampfen.

Beispielsweise kann zumindest eines der Elemente Zn, Cd, Hg, Ga, In, Tl, Sn, Pb, Sb, Bi, Ag oder In als erstes Metall aus dem Gegenstand entfernt oder zurückgewonnen werden.

Durch Einstellung der Temperatur, des Drucks und der Sauerstoffkonzentration im Inneren der gasdichten Zone können auch andere als die voranstehend genannten Metalle abgetrennt und in ihrem metallischen Zustand zurückgewonnen werden (vgl. die Figuren 43, 48, 49). Dies gilt ebenso, falls nicht ausdrücklich anders erwähnt, für alle anderen Aspekte der vorliegenden Erfindung.

Nachdem der Pyrolyserest des Gegenstands, der einen ersten Abschnitt und einen zweiten Abschnitt aufweist, und in der Pyrolysevorrichtung pyrolysiert wurde, in die gasdichte Zone der Druckverringerungs/Heizvorrichtung eingegeben wurde, wird die gasdichte Zone druckdicht abgeschlossen, und können die

Temperatur und der Druck im Inneren der gasdichten Zone so eingestellt werden, daß das Metall verdampft wird, welches den Gegenstand verbindet, der einen ersten Abschnitt und einen zweiten Abschnitt aufweist.

Wenn ein Verbindungsmetall eine Legierung ist, die ein erstes Metall und ein zweites Metall enthält, wird zuerst die Temperatur und der Druck im Inneren der gasdichten Zone so eingestellt, daß selektiv das erste Metall der Legierung verdampft wird, und dann werden die Temperatur und der Druck im Inneren der gasdichten Zone so eingestellt, daß das zweite Metall der Legierung verdampft wird.

Beispielsweise wird in die erste Pyrolysevorrichtung ein Substrat eingegeben, welches ein Harz als Bestandteil enthält, sowie ein bestücktes Substrat, welches aus dem Substrat und einem elektronischen Bauteil besteht, welches mit dem Substrat durch eine Legierung verbunden ist, die ein erstes Metall und ein zweites Metall enthält, und dann werden die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration im Inneren der ersten Pyrolysevorrichtung so gesteuert, daß das erste und das zweite Metall der Legierung nicht verdampfen, und das Harz pyrolysiert wird. Dann wird der Pyrolyserest des bestückten Substrats in die Druckverringerungs/Heizvorrichtung eingegeben, die Temperatur und der Druck in der gasdichten Zone der Druckverringerungs/Heizvorrichtung werden so gesteuert, daß selektiv das erste Metall der Legierung verdampft wird, und dann werden die Temperatur und der Druck in der gasdichten Zone so gesteuert, daß das zweite Metall der Legierung verdampft wird.

Daher kann gemäß der vorliegenden Erfindung die Verbindung des Gegenstands, der einen Abschnitt aufweist, der durch ein Metall oder eine Legierung verbunden ist, beispielsweise ein

bestücktes Substrat, bei welchem beispielsweise eine Leiterplatte mit einer gedruckten Schaltung und verschiedene Arten elektronischer Bauteile durch eine Lotlegierung beispielsweise aus Pb/Sn verbunden sind, aufgebrochen werden, und zusätzlich können, wenn ein schädliches Metall wie beispielsweise Blei in einer Verbindungslegierung enthalten ist, diese Metalle abgetrennt und aus dem Gegenstand zurückgewonnen werden.

Der Gegenstand, der in der ersten Pyrolysevorrichtung pyrolysiert wird, wird daher in die gasdichte Zone der Druckverringerungs/Heizvorrichtung eingegeben, durch Verdampfung des Verbindungsmetalls oder der Legierung durch Einstellung der Temperatur, des Drucks und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Zone, und so wird die Verbindung gelöst. Das verdampfte Metall kann zurückgewonnen werden.

Wenn der Gegenstand ein Harz als Bestandteil aufweist, wird zuerst der Harzanteil in der ersten Pyrolysevorrichtung pyrolysiert, um verdampft, in Öl umgewandelt, oder verkohlt zu werden. Diese Zersetzung des Harzes kann dadurch erreicht werden, daß die Bedingungen in Bezug auf die Temperatur, die Sauerstoffkonzentration in der ersten Pyrolysevorrichtung so gewählt werden, daß das Metall nicht wesentlich oxidiert oder verdampft wird. Selbst wenn das Metall aus dem Gegenstand verdampft, kann das Metall kondensiert werden, und beispielsweise durch eine Kühlvorrichtung zurückgewonnen werden, und der Druckverringerungs/Heizvorrichtung zugeführt werden.

Durch Einstellung der Temperatur und des Drucks im Inneren der gasdichten Zone wird daher das Verbindungsmetall des Gegenstands selektiv verdampft. Wenn mehrere Metalle (Elemente) in dem Gegenstand enthalten sind, kann die

Temperatur und der Druck innerhalb der gasdichten Zone entsprechend jedem Metall eingestellt werden, um selektiv jedes Metall zu verdampfen.

Auch wenn es sich nicht um ein bestücktes Substrat handelt, kann bei einem Gegenstand, der durch ein Metall oder eine Legierung verbunden ist, diese Verbindung gelöst werden.

Es wird beispielsweise ein bestücktes Substrat in eine Verarbeitungseinrichtung der vorliegenden Erfindung eingegeben, ohne zerkleinert worden zu sein, und wird bei einer Temperatur (beispielsweise 450 bis 500 °C) pyrolysiert, bei welcher Blei nicht wesentlich oxidiert wird, und wird durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration verdampft, um den Harzbestandteil des bestückten Substrats zu zersetzen. Nachdem das pyrolysierte, bestückte Substrat in die Druckverringerungs/Heizvorrichtung eingegeben wurde, wird dann das Blei erhitzt, um verdampft zu werden (bei etwa 900 K bei  $10^{-3}$  Torr, als Beispiel), und entsprechend wird Zinn erhitzt, um verdampft zu werden, wodurch das bestückte Substrat in ein elektronisches Bauteil und eine Leiterplatte getrennt wird (ein Substrat, auf welchem ein elektronisches Bauteil angebracht werden kann, wird als Leiterplatte bezeichnet), um zurückgewonnen zu werden.

Selbst wenn ein Metall wie etwa Blei in einer ersten Pyrolysevorrichtung verdampft wird, kann eine Trennvorrichtung für das Metall bei dem Verarbeitungssystem für das Abgas vorgesehen sein.

Weiterhin können beispielsweise, nachdem ein bestücktes Substrat in die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung eingegeben wurde, und Blei zurückgewonnen wurde, durch weitere Erhitzung auf

beispielsweise 973 K, Zn und Sb für die Rückgewinnung verdampft werden.

Durch Erhitzung auf etwa 1073 K können darüber hinaus Au, Pt, Pd, Ta, In, Cr, Cu, Al, Co, W, Mo und dergleichen für die Rückgewinnung verdampft werden. Die Lotlegierung ist nicht auf Pb-Sn beschränkt, sondern es können auch sogenannte bleifreie Lote wie beispielsweise Ag-Sn, Zn-Sn, In-Sn, Bi-Sn, Sn-Ag-Bi, Sn-Ag-Bi-Cu verarbeitet werden. Darüber hinaus kann der Gegenstand durch eine andere Legierung oder ein anderes einzelnes Metall als die voranstehend Genannten verbunden sein.

Weiterhin kann gemäß der vorliegenden Erfindung ein Gegenstand wirksam verarbeitet werden, in welchem ein Harz und ein Metall vereinigt sind.

Daher wird ein Gegenstand, bei welchem ein Harz und ein Metall vereinigt vorgesehen sind, in eine erste Pyrolysevorrichtung eingegeben, und dann wird zuerst der Harzanteil pyrolysiert, um verdampft, in Öl umgewandelt oder verkohlt zu werden. Diese Zersetzung des Harzes kann durch Einstellung der Temperatur, der Sauerstoffkonzentration oder des Drucks der ersten Pyrolysevorrichtung auf einen Zustand durchgeführt werden, in welchem das Metall nicht wesentlich oxidiert oder verdampft wird.

Wenn nur durch diese Verarbeitung das Metall sich schwer von dem Gegenstand trennen lässt, kann das Metall in dem Gegenstand dadurch selektiv verdampft werden, daß es in die Druckverringerungs/Heizvorrichtung eingegeben wird, woran sich eine Einstellung der Temperatur und des Drucks im Inneren der gasdichten Zone anschließt. Wenn mehrere Metalle (Elemente) in dem Gegenstand enthalten sind, kann durch Einstellung der Temperatur und des Drucks im Inneren der

DE 1978165471

gasdichten Zone entsprechend jedem Metall jedes Metall selektiv verdampft werden. Bei der Einrichtung und dem Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung läßt sich daher nicht nur ein Gegenstand verarbeiten, der ein Harz und ein Metall in unverändertem Zustand aufweise, sondern auch ein Gegenstand, bei welchem das Harz und das Metall vereinigt vorhanden sind. Als Beispiel für einen derartigen Gegenstand, der auf die genannte Weise ein Harz und ein Metall aufweist, läßt sich eine mit einem Plastikfilm eines Verpackungsbehälters zusammenlaminierte Aluminiumfolie nennen, beispielsweise ein Fertignahrungsbehälter, oder eine Leiterplatte mit einer gedruckten Schaltung, bei welcher ein Harz und Kupfer/Nickel und dergleichen vereinigt vorgesehen sind, ein Filmträger für ein flexibles Substrat oder ein TAB, ein IC, ein LSI, ein Widerstand, oder Shredderstaub.

Um zu verhindern, daß der Metallbestandteil des Gegenstands insgesamt oxidiert oder verdampft wird, können beispielsweise die Abfälle so erhitzt werden, daß der Druck im Inneren der gasdichten Zone gesteuert wird, oder kann der Gegenstand dadurch erhitzt werden, daß die Sauerstoffkonzentration im Inneren der gasdichten Zone gesteuert wird. Zum Steuern der Sauerstoffkonzentration kann der Sauerstoffpartialdruck dadurch eingestellt werden, daß der Gesamtdruck im Inneren der gasdichten Zone eingestellt wird, oder es kann die Sauerstoffkonzentration in dem System dadurch eingestellt werden, daß ein Gas wie beispielsweise Stickstoffgas oder ein Edelgas der gasdichten Zone zugeführt wird. Wenn die Oxidation des Harzanteils infolge der Erhitzung des Gegenstands schnell vor sich geht, also eine Verbrennung erfolgt, wird auch der mit dem Harzanteil vereinigte Metallanteil oxidiert, so daß ein Oxid entsteht, wodurch nicht nur der Nutzwert abnimmt, sondern auch wie voranstehend geschildert Dioxine erzeugt werden. Daher ist eine gewisse Vorsicht angebracht.

Wenn der Metallanteil aus mehreren Metallen besteht, kann durch weitere Erhitzung zur selektiven Verdampfung jedes Elements eine Rückgewinnung durchgeführt werden.

Das Zersetzungsgas des Harzes des Gegenstands kann durch Kondensation zurückgewonnen werden, beispielsweise durch ein Gerät, welches eine Umwandlung in Öl zur Rückgewinnung durchführt. Wasserstoffgas kann durch Absorption zurückgewonnen werden, und wenn halogenierte Kohlenwasserstoffe erzeugt werden, können sie beispielsweise durch einen Katalysator zerlegt werden.

Wenn das Harz Chlor enthält, wie beispielsweise bei einem Harz auf Polyvinylchloridbasis, kann bei einem Abfallgasverarbeitungssystem, beispielsweise zwischen einer ersten Pyrolysevorrichtung und einer Reformierungsvorrichtung oder einer zweiten Pyrolysevorrichtung, oder zwischen der Reformierungsvorrichtung oder der zweiten Pyrolysevorrichtung und einer Kühlvorrichtung das Abgas beispielsweise mit auf Rotglut erhitztem Eisen in Berührung gebracht werden, um Eisenhalogenid zu erzeugen, welches zurückgewonnen wird.

Als ein Beispiel für die Verarbeitung wird nunmehr die Verarbeitung einer Aluminiumfolie beschrieben (die als harzbeschichtete Aluminiumfolie nachfolgend bezeichnet wird), die mit einem Plastikfilm zusammenlaminiert ist, und für verschiedene Arten von Verpackungsbehältern verwendet wird.

Wenn eine erste Temperatur unterhalb von 400 °C liegt, ist die Zersetzung wie beispielsweise Verkohlung oder Umwandlung in Öl des Harzanteils unzureichend. Weiterhin kann, da Aluminium schmilzt, wenn es auf 650 °C oder mehr erhitzt wird, durch eine Pyrolyse, bei welcher die erste Temperatur auf etwa 400 bis 650 °C eingestellt ist, der Harzanteil

15.09.98

zersetzt werden (Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung), was zur Rückgewinnung der Aluminiumfolie in ihrem metallischen Zustand führt.

Der Druck innerhalb der ersten Pyrolysevorrichtung kann auf etwa  $10^{-2}$  Torr oder weniger verringert werden, oder es wird vorzugsweise die Sauerstoffkonzentration durch Einlassen eines Gases wie beispielsweise Ar für die Pyrolyse eingestellt. Vorzugsweise wird die erste Temperatur darüber hinaus auf etwa 550 bis 600 °C eingestellt.

Weiterhin kann durch die vorliegende Erfindung ein Gegenstand verarbeitet werden, beispielsweise eine Leiterplatte, bei welcher ein Harz und ein Metall vereinigt sind.

Beispielsweise wird eine Leiterplatte, bei welcher aufeinandergestapelt ein Harz und Kupfer vorgesehen sind, in der ersten Pyrolysevorrichtung pyrolysiert, nach der Pyrolyse des Harzanteils, und wird in die Druckverringerungs/Heizvorrichtung eingegeben. In einem Zustand mit verringertem Druck wird Kupfer der gedruckten Schaltung der Leiterplatte geschmolzen, und wird der Pyrolyserest weiter erhitzt, damit Cu zur Ausbildung von Kupferteilchen koaguliert, infolge seiner Oberflächenspannung. Durch Herausnehmen des Gegenstands aus der Druckverringerungs/Heizvorrichtung über einen Spülraum kann dann Kupfer einfach von Karbiden getrennt werden.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine Perspektivansicht, welche ein Beispiel einer Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung schematisch zeigt;

Fig. 2 zeigt schematisch die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung von Figur 1;

15.09.96

Fig. 3 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7 zeigt schematisch den Aufbau eines Steuersystems, welches die Temperatur, den Druck, und die Sauerstoffkonzentration der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung steuert;

Fig. 8 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 9 zeigt schematisch ein Rückgewinnungssystem, welches einen Rückgewinnungsraum aufweist, und mit der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verbunden ist;

Fig. 10 zeigt schematisch ein Beispiel für den Aufbau einer Rückgewinnungskammer;

- Fig. 11 zeigt schematisch ein Beispiel für den Aufbau einer Rückgewinnungskammer;
- Fig. 12 zeigt schematisch ein Beispiel für den Aufbau einer Abfallgasverarbeitungseinrichtung;
- Fig. 13 ist eine Darstellung der Temperaturabhängigkeit des Siedepunkts (Dampfdruck) von Blei;
- Fig. 14 eine schematische Darstellung eines Zustands, welcher der Verarbeitung eines bestückten Substrats aus zu verarbeitendem Gegenstand vorhergeht;
- Fig. 15 ist eine schematische Darstellung eines Zustands eines bestückten Substrats, bei welchem der Harzbestandteil pyrolysiert wird;
- Fig. 16 ist eine schematische Darstellung eines Zustands, wenn Blei verdampft;
- Fig. 17 ist eine schematische Darstellung eines Zustands, bei welchem eine Leiterplatte und ein elektronisches Bauteil getrennt werden;
- Fig. 18 ist eine Darstellung der Druckabhängigkeit des Siedepunkts (Dampfdruck) verschiedener Arten von Metallen;
- Fig. 19 ist eine Darstellung der Temperaturabhängigkeit der freien Bildungsenergie verschiedener Arten von Oxiden;
- Fig. 20 ist eine schematische Darstellung eines Beispiels für eine Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

- Fig. 21 ist eine schematische Darstellung einer Trennvorrichtung einer Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 22 ist eine schematische Darstellung eines Beispiels für eine Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 23 ist eine schematische Darstellung eines Zustands vor der Verarbeitung einer Leiterplatte mit einer gedruckten Schaltung als Beispiel für einen zu verarbeitenden Gegenstand;
- Fig. 24 ist eine schematische Darstellung eines Zustands einer Leiterplatte mit einer gedruckten Schaltung, deren Harzbestandteil pyrolysiert wird;
- Fig. 25 ist eine schematische Darstellung eines Zustands, in welchem Kupfer zusammenklumpt, um infolge seiner Oberflächenspannung Teilchen auszubilden;
- Fig. 26 ist eine schematische Darstellung eines Zustands vor der Verarbeitung einer harzbeschichteten Aluminiumfolie als zu verarbeitendem Gegenstand;
- Fig. 27 ist eine schematische Darstellung eines Zustands einer harzbeschichteten Aluminiumfolie, deren Harzbestandteil pyrolysiert wird;
- Fig. 28 ist eine schematische Darstellung einer Aluminiumfolie, die von einer harzbeschichteten Aluminiumfolie abgetrennt wird;

Fig. 29 und Fig. 30 sind Darstellungen der Beziehung zwischen Dampfdrucken verschiedener Arten von Metallen und der Temperatur.

#### BESTE AUSFÜHRUNGSART FÜR DIE ERFINDUNG

(Ausführungsform 1)

Figur 1 ist eine Perspektivansicht, die schematisch ein Beispiel für eine Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt. Durch Abschneiden eines Teils der Einrichtung ist der Zustand im Inneren dargestellt.

Die Verarbeitungseinrichtung 100 verarbeitet einen zu verarbeitenden Gegenstand 150, der ein Harz und ein Metall als Bestandteile aufweist, und ist mit einem Spülraum 101, einem ersten gasdichten Raum 102, einem zweiten gasdichten Raum 103 und einem Abkühlraum 104 versehen.

Diese jeweiligen Räume sind durch Türen 105 oder Trenneinrichtungen getrennt, die geöffnet und geschlossen werden können.

Daher trennt eine Tür 105a einen Spülraum 101 von der Außenseite der Einrichtung ab, trennt eine Tür 105b einen Spülraum 101 gegenüber einem ersten gasdichten Raum 102 ab, trennt eine Tür 105c einen ersten gasdichten Raum 102 von einem zweiten gasdichten Raum 103 ab, trennt eine Tür 105d einen zweiten gasdichten Raum 103 von einem Kühlraum 104 ab, und trennt eine Tür 105e einen Kühlraum 104 gegenüber der Außenseite der Einrichtung ab.

Die Türen 105, welche diese jeweiligen Räume trennen, weisen Eigenschaften zur Aufrechterhaltung der Gasdichtigkeit und adiathermische Eigenschaften auf, so daß sie die jeweiligen

15.09.98

Räume in Bezug auf Wärme und Druck trennen. Da die thermische Belastung der Türen 105a und 105b niedrig ist, ist für diese nur Gasdichtigkeit erforderlich.

Ein Absaugsystem 106 ist an einen Spülraum angeschlossen. Dieses Absaugsystem 106 weist eine Oldiffusionspumpe 106a, eine Booster-Pumpe 106b und eine Drehpumpe 106c auf. Zwischen dem Spülraum 101 und dem Absaugsystem 106 sind zwischen den jeweiligen Vakuumpumpen nicht dargestellte Ventile angeordnet. Dies gilt nachstehend ebenso, falls nicht ausdrücklich anders erwähnt.

Zwischen einem Spülraum 101 und einem Absaugsystem 106 ist eine Falle 107 angeordnet, welche Feuchtigkeit oder Wasserstoffgas abtrennt, die von einem Gegenstand 105 infolge der Druckverringerung im Inneren des Spülraums 101 abgegeben werden. Selbst wenn Feuchtigkeit oder Wasserstoffgas von dem Gegenstand 105 in dem Spülraum abgegeben werden, wird daher das Absaugsystem 106 nicht negativ beeinflußt. Die Falle 107 kann je nach Erfordernis vorgesehen sein.

Der Druck in dem Spülraum 101 wird durch dieses Absaugsystem 106 eingestellt, und ein nicht dargestelltes Vakuummeßgerät, also einen Drucksensor. Als Vakuummeßgerät können ein Bourdon-Rohr, ein Pirani-Meßgerät oder dergleichen je nach Erfordernis vorgesehen werden.

Weiterhin ist ein Trägergaseinlaßsystem an den Spülraum 101 angeschlossen, durch welches das Gas im Inneren des Spülraums 101 ersetzt wird, und das Bezugszeichen 108 bezeichnet ein Trägergaseinlaßventil. Das Trägergaseinlaßsystem ist an einen nicht dargestellten Trägergasvorratsbehälter angeschlossen. Obwohl hier N<sub>2</sub> als Trägergas verwendet wird, kann auch ein Edelgas wie etwa Ar verwendet werden.

Weiterhin kann der Spülraum 101 mit einer Heizvorrichtung versehen sein, um den Gegenstand 150 darin zu erhitzen.

Nachdem die Drucke im Spülraum 101 und einem ersten gasdichten Raum 102 für den Druckausgleich annähernd gleich ausgebildet wurden, wird die Tür 105c geöffnet, und der Gegenstand 150 wird in den gasdichten Raum 102 durch eine Stoßvorrichtung 130 transportiert. Selbst wenn dies nachstehend nicht ausdrücklich erwähnt ist, können die Drucke auf beiden Seiten der Tür 105 ausgeglichen werden, damit sie geöffnet oder geschlossen werden kann.

Ein erster gasdichter Raum 102 ist ein Verarbeitungsraum, in welchem selektiv ein Harzbestandteil pyrolysiert wird, während der Oxidationszustand eines Metallbestandteils des Gegenstands 150 unverändert bleibt.

Der erste gasdichte Raum 102 ist mit einer elektrischen Heizvorrichtung 109 als Heizvorrichtung versehen. Die Heizvorrichtung ist nicht auf die elektrische Heizvorrichtung 109 beschränkt, sondern kann eine Heizvorrichtung sein, die je nach Erfordernis eine Auswahl oder Kombination darstellt. Beispielsweise können Gas, Öl und dergleichen verwandt werden, oder es kann Induktionsheizung eingesetzt werden. Weiterhin können Gas oder Öl verbrannt werden, die durch Pyrolyse des Harzbestandteils des Gegenstands 150 erzeugt werden.

Die Temperatur im ersten gasdichten Raum 102 wird durch eine elektrische Heizvorrichtung 109 und einen nicht dargestellten Temperatursensor eingestellt, und durch eine nicht dargestellte Steuervorrichtung, welche die elektrische Heizvorrichtung durch die Meßwerte des Temperatursensors steuert. Die Steuervorrichtung kann mit einer elektronischen Recheneinrichtung versehen sein, die ein Programm aufweist,

in welches ein Meßwert oder eine gemessene Spannung beispielsweise vom Temperatursensor eingegeben wird, und ein derartiges Signal oder eine elektrische Spannung ausgegeben wird, welches bzw. welche sich entsprechend der zugeführten elektrischen Energie der elektrischen Heizvorrichtung ändert.

Eine derartige Steuerung kann durch eine Analogschaltung durchgeführt werden, oder es kann Bedienungspersonal eine Heizvorrichtung entsprechend der gemessenen Temperatur betreiben.

Bei der in Figur 1 dargestellten Verarbeitungseinrichtung kann die Temperatur in dem ersten gasdichten Raum 102 durch eine nicht dargestellte Steuervorrichtung zusammen mit dem Druck, der Sauerstoffkonzentration in dem ersten gasdichten Raum 102 gesteuert werden, wie dies nachstehend noch geschildert wird, sowie zusammen mit verschiedenen Bedingungen in dem Spülraum 101, in dem zweiten gasdichten Raum 103, dem Kühlraum 104 und zusammen mit dem Öffnen/Schließen der Trennwände 105 und dem Transport des Gegenstands 150. Diese Steuervorrichtung kann dadurch verwirklicht werden, daß beispielsweise bei der elektronischen Recheneinrichtung ein entsprechendes Steuerprogramm vorgesehen wird.

Auch an den ersten gasdichten Raum 102 ist ein Absaugsystem 110 angeschlossen. Der Aufbau dieses Absaugsystems ist ebenso wie bei dem Absaugsystem 110 des Spülraums 101.

Der Druck in dem ersten gasdichten Raum 102 wird durch dieses Absaugsystem 110 und ein nicht dargestelltes Vakuummeßgerät eingestellt, nämlich einen Drucksensor. Als Vakuummeßgerät kann wie voranstehend erwähnt ein Bourdon-Rohr, ein Pirani-Meßgerät und dergleichen je nach Erfordernis verwendet werden.

An den ersten gasdichten Raum 102 ist ein Trägergaseinlaßsystem zur Einstellung der Sauerstoffkonzentration in diesem Raum angeschlossen, und das Bezugszeichen 112 bezeichnet ein Trägergaseinlaßventil. Das Trägergaseinlaßsystem ist an einen nicht dargestellten Trägergasvorratsbehälter angeschlossen.

In diesem Fall wird N<sub>2</sub> als Trägergas verwendet, jedoch kann auch ein Edelgas wie etwa Ar verwendet werden.

Durch entsprechenden Betrieb des Absaugsystems 110 und des Trägergaseinlaßsystems 112 kann das Innere des ersten gasdichten Raums unter verringerten oder erhöhten Druck gesetzt werden. Eine Druckeinstellvorrichtung der Einrichtung kann den Druck in dem System im Bereich von  $10^{-3}$  Torr bis  $4 \times 10^3$  Torr einstellen. Durch Änderung der Kapazität und des Volumens des Absaugsystems kann eine weitere Druckverringerung durchgeführt werden. Weiterhin lässt sich durch vorherige Druckbeaufschlagung des Trägergases eine weitere Druckbeaufschlagung erreichen.

Die Sauerstoffkonzentration in dem ersten gasdichten Raum 102 kann durch ein Trägergaseinlaßventil 112 und einen nicht dargestellten Sauerstoffkonzentrationssensor eingestellt werden. Als Sauerstoffkonzentrationssensor kann beispielsweise ein Zirkonoxidsensor verwendet werden. Wenn die Temperatur in dem ersten gasdichten Raum 102 zu niedrig ist, als das der Zirkonoxidsensor messen kann, kann ein Gas, welches beispielsweise vom ersten gasdichten Raum 102 abgezogen wird, auf eine Temperatur von etwa 773 K eingestellt werden, für die Messung.

Anders als mit einem Zirkonoxidsensor kann die Sauerstoffkonzentration beispielsweise durch

Infrarotspektrometrie des Gases in dem System gemessen werden.

Die Sauerstoffkonzentration in dem ersten gasdichten Raum 102 kann über den Gesamtdruck in dem System eingestellt werden, anstatt ein Trägergas wie etwa N<sub>2</sub> einzulassen.

Wenn die Pyrolyse des Harzbestandteils des Gegenstands 150 beginnt, ist eine Atmosphäre aus dem Zersetzungsgas des Harzes im Inneren des ersten gasdichten Raums 102 vorhanden. Wenn daher, bevor die Pyrolyse des Harzes beginnt, die Sauerstoffkonzentration in dem ersten gasdichten Raum 102 dadurch ausreichend verringert wird, daß der Druck im Inneren des ersten gasdichten Raums 102 abgesenkt wird, kann verhindert werden, daß eine Verbrennung des Gegenstands 150 und eine Oxidation des Metallbestandteils des Gegenstands 150 auftritt.

Wie voranstehend geschildert können der Druck und die Sauerstoffkonzentration in dem ersten gasdichten Raum 102 auf dieselbe Weise wie im Falle der Temperatur gesteuert werden. Beispielsweise durch Eingabe eines Meßwertes oder einer Meßspannung, die von einem Drucksensor erhalten werden, oder von einem Sauerstoffkonzentrationssensor, kann ein Signal oder eine Spannung ausgegeben werden, welches bzw. welche ein Ventil des Absaugsystems 110 oder ein Trägergaseinlaßventil 112 steuert. Ein derartiges Programm kann bei einer elektronischen Rechenvorrichtung als Steuervorrichtung vorgesehen sein.

Zwischen dem ersten gasdichten Raum 102 und dem Absaugsystem 110 ist eine Ölkondensationsvorrichtung 111 als Gerät vorgesehen, welches eine Umwandlung in Öl durchführt, um das Zersetzungsgas des Harzbestandteils des Gegenstands 150 zurückzugewinnen. Diese Ölkondensationsvorrichtung 111

kondensiert das Gas, welches durch selektive Pyrolyse des Gegenstands 150 erzeugt wird, um Öl als Leichtöl oder Schweröl oder Teer zurückzugewinnen. Wie voranstehend erwähnt kann das zurückgewonnene Gas als Heizeinrichtung verwendet werden.

Weiterhin wird, wenn ein Gas wie ein Halogenid oder ein halogenierter Kohlenwasserstoff in dem Zersetzungsgas des Harzbestandteils des Gegenstands 150 vorhanden ist, die Pyrolyse beispielsweise mit einem Katalysator durchgeführt.

Um zu verhindern, daß von dem Gegenstand 150 abgegebenes schädliches Gas nach außerhalb der Einrichtung austritt, kann in den dem Absaugsystem 106, 110, 114, 115 nachgeschalteten Stufen, die an die jeweiligen Räume angeschlossen sind, eine nicht dargestellte Mehrfachabsauggaskammer vorgesehen sein.

Die Temperatur, der Druck und die Sauerstoffkonzentration in dem ersten gasdichten Raum 102 können wie voranstehend geschildert gesteuert werden. Daher kann der Harzbestandteil selektiv pyrolysiert werden, wobei der Metallbestandteil des Gegenstands 150 praktisch nicht oxidiert oder verdampft wird. Weiterhin wird das Zersetzungsgas des Gasbestandteils durch das Gerät zur Umwandlung in Öl zurückgewonnen, beispielsweise eine Kondensationsvorrichtung. Der Harzbestandteil des Gegenstands muß nicht notwendigerweise vollständig zerlegt und verkohlt in dem ersten gasdichten Raum 102 werden, sondern kann selektiv bis zu einem Ausmaß pyrolysiert werden, welches die Abtrennung und Rückgewinnung des Metalls in einem nachgeschalteten, zweiten gasdichten Raum 103 nicht stört.

Wenn die Verarbeitung in dem ersten gasdichten Raum 102 beendet ist, ist praktisch der gesamte Harzanteil, der bei

dem Gegenstand 150 übrigbleibt, in Form von Karbiden vorhanden.

In der Verarbeitungseinrichtung 100 gemäß der vorliegenden Erfindung ist der thermische Wirkungsgrad äußerst hoch, da der Gegenstand 150, der in dem ersten gasdichten Raum 102 erhitzt wird, an den zweiten gasdichten Raum 103 ohne Abkühlung übertragen wird.

Der zweite gasdichte Raum 103 ist ein Verarbeitungsraum, der den Metallanteil des Gegenstands 150 durch selektive Verdampfung aus dem Gegenstand 150 zurückgewinnt.

Der zweite gasdichte Raum 103 ist mit einer elektrischen Heizvorrichtung 109 als Heizvorrichtung ebenso wie bei dem ersten gasdichten Raum versehen. Die Heizvorrichtung ist nicht auf eine elektrische Heizvorrichtung 109 beschränkt, sondern wird je nach Erfordernis ausgewählt oder kombiniert.

Wie voranstehend geschildert wird die Temperatur in dem zweiten gasdichten Raum 103 durch diese elektrische Heizvorrichtung 113 gesteuert, und durch einen nicht dargestellten Temperatursensor, auf gleiche Weise wie im Inneren des ersten gasdichten Raums 102. Die Temperatur in dem zweiten gasdichten Raum 103 kann daher zusammen mit dem Druck, der Sauerstoffkonzentration im zweiten gasdichten Raum 103, und zusammen mit verschiedenen Zuständen des Spülraums 101, des ersten gasdichten Raums 102, des Kühlraums 104 und zusammen mit dem Öffnen/Schließen der Trennwände 105 zusammen durch eine nicht dargestellte Steuervorrichtung gesteuert oder geregelt werden.

Der zweite gasdichte Raum 103 ist ebenfalls an ein Absaugsystem 114 angeschlossen. Der Aufbau dieses

Absaugsystems entspricht jenem des Absaugsystems 114 des Spülraums 101.

Der Druck in dem zweiten gasdichten Raum 103 wird durch dieses Absaugsystem 114 eingestellt, sowie durch ein nicht dargestelltes Vakuummeßgerät, einen Drucksensor. Als Vakuummeßgerät läßt sich ebenso wie im voranstehend geschilderten Fall je nach Erfordernis ein Bourdon-Rohr oder ein Pirani-Meßgerät einsetzen.

An den zweiten gasdichten Raum 103 ist ein Trägergaseinlaßsystem angeschlossen, welches die Sauerstoffkonzentration in diesem Raum einstellt, und das Bezugszeichen 112 bezeichnet ein Trägergaseinlaßventil. Das Trägergaseinlaßsystem ist an einen nicht dargestellten Trägergasvorratsbehälter angeschlossen. In diesem Fall wird N<sub>2</sub> als Trägergas verwendet, jedoch kann auch ein Edelgas wie etwa Ar verwendet werden.

Durch entsprechenden Betrieb eines Absaugsystems 114 und eines Trägergaseinlaßventils 112 kann im Inneren des ersten gasdichten Raums der Druck verringert oder erhöht werden. Eine Druckeinstellvorrichtung der Einrichtung kann den Druck in dem System in dem Bereich von  $10^{-3}$  Torr bis etwa  $4 \times 10^3$  Torr einstellen. Durch Änderung der Kapazität und es Volumens des Absaugsystems kann eine weitere Druckverringerung erreicht werden. Weiterhin kann durch vorherige Druckbeaufschlagung des Trägergases eine weitere Druckbeaufschlagung durchgeführt werden.

Da entsprechend der Druckverringerung in dem zweiten gasdichten Raum 103 der Dampfdruck (Siedepunkt) des Metallbestandteils abnimmt, kann das Metall bei einer noch niedrigeren Temperatur verdampft werden.

DE 1978 1654 T1

Daher kann die Kapazität der Heizvorrichtung und der Absaugvorrichtung, die für den zweiten gasdichten Raum 103 vorgesehen sind, entsprechend den Arten der Metalle geändert werden, die von dem Gegenstand 150 abgetrennt und zurückgewonnen werden.

Um beispielsweise das Innere des zweiten gasdichten Raums 103 auf eine noch höhere Temperatur zu erhitzen, kann eine Induktionsheizvorrichtung vorgesehen werden. Um den Druck im Inneren des zweiten gasdichten Raums 103 noch weiter zu verringern kann eine Vakuumpumpe mit höherer Kapazität und größerer Saugleistung vorgesehen werden. Abhängig vom Volumen des zweiten gasdichten Raums 103 kann ein höheres Vakuum erzielt werden, wenn eine Ionengetterpumpe, eine Turbomolekularpumpe und dergleichen verwendet wird.

Da der Druck in dem System ausreichend verringert ist, ist die Sauerstoffkonzentration im zweiten gasdichten Raum 103 ohne besondere Einstellung ausreichend niedrig. Obwohl es daher nicht erforderlich ist, aktiv die Sauerstoffkonzentration einzustellen, kann dann, wenn eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung vorgesehen ist, diese ebenso gehandhabt werden wie bei dem ersten gasdichten Raum 102.

Weiterhin ist bei dem in Figur 1 gezeigten Aufbau der Verarbeitungseinrichtung 100 ein zweiter gasdichter Raum 103 vorgesehen, jedoch können mehrere zweite gasdichte Räume 103 vorhanden sein. Durch Bereitstellung mehrerer zweiter gasdichter Räume 103, bei denen die Temperaturen und Drücke im Inneren unterschiedlich sind, können mehrere Metalle, die einen unterschiedlichen Dampfdruck aufweisen, für Rückgewinnung aus dem Gegenstand 150 verdampft werden.

Wenn es nicht erforderlich ist, Metalle elementweise von dem Gegenstand 150 für die Rückgewinnung abzutrennen, können mehrere Metalle aus dem Gegenstand 150 für die Rückgewinnung verdampft werden. Wenn beispielsweise eine Pb-Sn-Legierung von dem Gegenstand entfernt wird, wird der Gegenstand auf eine Temperatur erhitzt, bei welcher Pb und Sn verdampft werden, bei einem solchen Druck in den zweiten gasdichten Raum 103, daß Pb und Sn zurückgewonnen werden. Selbstverständlich ist es möglich, durch selektive Verdampfung Pb und Sn beide zurückzugewinnen.

Zwischen dem zweiten gasdichten Raum 103 und dem Absaugsystem 114 ist zur Rückgewinnung gasförmigen Metalls, welches aus dem Gegenstand 150 verdampft wurde, eine Rückgewinnungskammer 115 angeordnet. Diese Rückgewinnungskammer kühlt das Metall, welches in der Rückgewinnungskammer verdampft wurde, auf eine Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes ab, damit es kondensiert, wodurch das Metall zurückgewonnen wird. Das Innere der Rückgewinnungskammer 115 kann so ausgebildet sein, daß es beispielsweise einen Gegenflußaufbau oder spiralförmige Anordnungen aufweist. Statt dessen kann zwischen der Rückgewinnungskammer 115 und dem zweiten gasdichten Raum 103, zwischen der Rückgewinnungskammer 115 und dem Absaugsystem 114 ein Ventil oder eine Trennwand vorgesehen sein, das bzw. die geöffnet oder geschlossen werden kann. Wenn daher das aus dem Gegenstand 150 verdampfte Metall in die Rückgewinnungskammer 115 eingebracht wird, wird die Rückgewinnungskammer 115 verschlossen, um abzukühlen, wodurch das Metall kondensiert und zurückgewonnen wird.

Ob das verdampfte Metall kontinuierlich für die Rückgewinnung kondensiert wird, oder für die Rückgewinnung portionsweise kondensiert wird, ist der Rückgewinnungsgrad desto höher, je länger die Verweilzeit des verdampften Metalls in der Rückgewinnungskammer 115 ist.

Zusätzlich kann N<sub>2</sub> oder ein Edelgas in dem zweiten gasdichten Raum 103 als Trägergas eingelassen werden. Das verdampfte Metall wird wirkungsvoll durch das Trägergas in die Rückgewinnungskammer eingelassen.

Der zweite gasdichte Raum 103 kann mit mehreren Gruppen von Rückgewinnungskammern 115 versehen sein. Die mehreren Rückgewinnungskammern 115 können dazu verwendet werden, dasselbe Metall zurückzugewinnen, oder es können die jeweiligen Metalle dadurch zurückgewonnen werden, daß graduell die Temperatur und der Druck in dem zweiten gasdichten Raum 103 so eingestellt werden, daß selektiv mehrere Metalle verdampft werden, wobei eine Umschaltung der Gruppen der Rückgewinnungskammer 115 erfolgt.

Die Temperatur, der Druck, und die Sauerstoffkonzentration in dem zweiten gasdichten Raum 103 können auf identische Weise wie voranstehend beschrieben gesteuert werden. Die Metallbestandteile des Gegenstands 150 können daher entsprechend ihren Dampfdrucken verdampft werden, und werden in ihrem metallischen Zustand in der Rückgewinnungskammer 115 zurückgewonnen.

Abhängig von dem Ausmaß der Pyrolyse des Gegenstands 150 in dem ersten gasdichten Raum kann der Harzbestandteil ein Zersetzungsgas und dergleichen abgeben. Ein derartiges Zersetzungsgas kann dadurch verarbeitet werden, daß die hintere Stufe der Rückgewinnungskammer 115 an eine Öl kondensationsvorrichtung 111 angeschlossen wird, oder an nicht dargestellte mehrere Auslaßgaskammern.

Das vorbestimmte Metall kann daher aus dem Gegenstand 150 verdampft werden, so daß es in dem zweiten gasdichten Raum 103 zurückgewonnen wird.

Wenn der Gegenstand 150 direkt aus dem zweiten gasdichten Raum 103 nach außerhalb der Einrichtung 100 entnommen wird, wird der Gegenstand höchstwahrscheinlich schnell oxidiert. Da das Innere des zweiten gasdichten Raums 103 auf Atmosphärendruck zurückgebracht werden muß, ist dies unbequem angesichts der Aufrechterhaltung der Gasdichtigkeit in dem zweiten gasdichten Raum 103. Zu diesem Zweck ist in der Verarbeitungseinrichtung 100, die in Figur 1 gezeigt ist, ein Kühlraum 104 an der hinteren Stufe des zweiten gasdichten Raums 103 vorgesehen.

Dieser Kühlraum ist mit einer Druckeinstellvorrichtung und einer Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung ebenso wie beim Spülraum 101, dem ersten gasdichten Raum 102 und dem zweiten gasdichten Raum 103 versehen. Es sind daher ein Absaugsystem 116 entsprechend dem voranstehend geschilderten Fall sowie das Trägergaseinlaßventil 117 vorhanden.

Der Gegenstand 105, von welchem das vorbestimmte Metall in dem zweiten gasdichten Raum 103 abgetrennt wurde, wird zum Kühlraum transportiert, damit er in einem Zustand abkühlt, in welchem der Druck und die Sauerstoffkonzentration eingestellt sind. Das Trägergas dient nicht nur zur Einstellung der Sauerstoffkonzentration, sondern auch zum Abkühlen des Gegenstands 150.

Zwischen dem Kühlraum 104 und dem Absaugsystem 116 kann eine Falle 118 angeordnet sein, um das Gas zu entfernen, welches von dem Gegenstand 150 infolge der vorbereitenden Erhitzung abgegeben wird.

Nachdem sich der Gegenstand 150 in dem Kühlraum 104 ausreichend abgekühlt hat, wird er nach außerhalb der Einrichtung verbracht.

Das Einführen des Gegenstands 150 in die Verarbeitungseinrichtung 100, dessen Entnahme daraus, oder der Transport des Gegenstands 150 zwischen jeweiligen Räumen, kann darüber hinaus durch eine Stoßvorrichtung 130 oder eine Zugvorrichtung 131 durchgeführt werden.

Der Betrieb einer Stoßvorrichtung 130 und einer Zugvorrichtung 131 kann zusammen mit dem Öffnen oder Schließen der Trennwand 105 durch die voranstehend geschilderte, nicht dargestellte Steuervorrichtung durchgeführt werden.

Figur 2 zeigt schematisch die in Figur 1 dargestellte Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

Die Signale von einem Drucksensor 202a in einem Spülraum 101, einem Temperatursensor 201a, einem Drucksensor 202b, einem Sauerstoffkonzentrationssensor 203 in einem ersten gasdichten Raum 102, einem Temperatursensor 201c, einem Drucksensor 202c in dem zweiten gasdichten Raum 103, und einem Drucksensor 202d in dem Kühlraum 101, die sämtlich in Figur nicht dargestellt sind, werden an ein Steuerfeld 200 übertragen, welches eine Steuervorrichtung bildet. Die Steuervorrichtung kann durch Vorsehen eines Programms bei einer elektronischen Rechenvorrichtung verwirklicht werden.

Zusätzlich kann die Steuervorrichtung eine Heizvorrichtung, eine Druckeinstellvorrichtung und eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung steuern, entsprechend dem Zustand jedes Raums der Einrichtung. Weiterhin kann das Öffnen oder Schließen der Trennwand 105 und der Transport des Gegenstands 150 infolge der Stoßvorrichtung 130 und der Zugvorrichtung 131 über diese Steuervorrichtung gesteuert werden. Das Bezugszeichen 210

bezeichnet einen Monitor, welcher einem Benutzer die Zustände beispielsweise in Bezug auf die Temperatur, den Druck, die Sauerstoffkonzentration in jedem Raum anzeigt, den Öffnungs- oder Schließzustand der Trennwand 105, und dergleichen. Darüber hinaus bezeichnet das Bezugszeichen 211 eine Mehrfachabsauggasverarbeitungseinrichtung.

(Zweite Ausführungsform)

Figur 3 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung. Ein Teil ist weggeschnitten, um das Innere darzustellen. Auch diese Verarbeitungseinrichtung 300 verarbeitete einen Gegenstand 350, der verarbeitet werden soll, der ein Harz und ein Metall als Bestandteile aufweist.

Diese Verarbeitungseinrichtung 300 weist einen Spülraum 301 auf, einen gasdichten Raum 302 und einen Kühlraum 303. Der gasdichte Raum 300 vereinigt die Funktionen des ersten gasdichten Raumes 102 und des zweiten gasdichten Raumes 103 der in Figur 1 dargestellten Verarbeitungseinrichtung 100. In dem gasdichten Raum 302 wird daher zuerst der Harzbestandteil des Gegenstands 350 selektiv pyrolysiert, und daraufhin wird in demselben gasdichten Raum 302 ein Teil für die Rückgewinnung abgetrennt. Insbesondere ist es, wenn ein gewünschtes Metall durch selektive Pyrolyse des Harzes isoliert werden kann, nicht erforderlich, daß der Metallbestandteil des Gegenstands 350 verdampft wird.

Der gasdichte Raum 302 ist mit einer Temperatureinstellvorrichtung, einer Druckeinstellvorrichtung und einer Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung versehen, jedoch kann die Sauerstoffkonzentration durch den Gesamtdruck in dem gasdichten Raum 302 eingestellt werden, wie im voranstehend geschilderten Fall.

Die Temperatur in dem gasdichten Raum 302 kann durch eine elektrische Heizvorrichtung 309 und einen nicht dargestellten Temperatursensor eingestellt werden.

Der Druck in den gasdichten Raum 302 kann durch ein Absaugsystem 310, 314, ein Trägergaseinlaßsystem und einen nicht dargestellten Drucksensor eingestellt werden. Das Bezugszeichen 312 bezeichnet ein Trägergaseinlaßventil.

Zwischen dem gasdichten Raum 302 und dem Absaugsystem 310 ist eine Ölkondensationsvorrichtung 311 als Gerät zur Umwandlung in Öl vorgesehen, welches eine Kondensations/Rückgewinnungsvorrichtung darstellt, welche das Zersetzungspunktgas des Harzbestandteils des Gegenstands 350 zurückgewinnt.

Weiterhin ist zwischen dem gasdichten Raum 302 und dem Absaugsystem 314 eine Rückgewinnungskammer 315 vorgesehen, die eine Kondensations/Rückgewinnungsvorrichtung darstellt, welche das Gas des Metallbestandteils zurückgewinnt, der aus dem Gegenstand 350 verdampft wurde. Wenn der Metallbestandteil des Gegenstands nicht verdampft werden muß, können mehrere Ölkondensationsvorrichtungen 311 verwendet werden.

Der Spülraum 310, in Kühlraum 303, eine Trennwand 305, ein Trägergaseinlaßsystem, eine Stoßvorrichtung 330 und eine Zugvorrichtung 331 sind ebenso wie bei der Verarbeitungseinrichtung 100 gemäß Figur 1. Weiterhin kann die Steuervorrichtung auf dieselbe Art und Weise zur Verfügung gestellt werden.

Die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist daher grundsätzlich ein Teil auf, welches selektiv den

Metallbestandteil des Gegenstands so pyrolysiert, daß er so wenig wie möglich verdampft wird. Durch Kombination dieses Teils mit einem Teil, welches dem Metallbestandteil durch Verdampfung des Metallbestandteils von dem Gegenstand abtrennt und zurückgewinnt, kann der Umfang verarbeitbarer Gegenstände vergrößert werden.

Beispielsweise kann durch Bearbeitung einer harzbeschichteten Aluminiumfolie durch selektive Pyrolyse des Harzanteils in einer eingestellten Atmosphäre Aluminium in seinem metallischen Zustand zurückgewonnen werden.

Weiterhin kann ein Stück des Substrats, auf welchem ein elektronisches Bauteil angebracht ist, durch Verdampfung einer Lotlegierung für die Rückgewinnung verarbeitet werden, wodurch das Substrat und das elektronische Bauteil getrennt werden.

(Ausführungsform 3)

Figur 4 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

Diese Verarbeitungseinrichtung 400 ist mit einem ersten gasdichten Raum 401 und einem zweiten gasdichten Raum 402 versehen. Der erste gasdichte Raum 401 weist eine nicht dargestellte Temperatureinstellvorrichtung auf, und ist an ein Absaugsystem 403 und eine Ölkondensationsvorrichtung als Gerät zur Umwandlung in Öl verbunden. Der zweite gasdichte Raum weist eine nicht dargestellte Temperaturinstellvorrichtung auf, und ist an ein Absaugsystem 405 und eine Rückgewinnungskammer 406 angeschlossen. Weiterhin ist mit dem ersten gasdichten Raum 401 und dem zweiten gasdichten Raum 402 ein Trägergaseinlaßsystem 407 verbunden, wodurch die

Sauerstoffkonzentration in dem gasdichten Raum eingestellt und eine Druckbeaufschlagung erfolgen kann. Das Bezugszeichen 408 bezeichnet einen Trägergasvorratsbehälter.

Ein Harzbestandteil eines zu verarbeitenden Gegenstands, der ein Harz und ein Metall aufweist, wird daher selektiv in dem ersten gasdichten Raum 401 pyrolysiert, und das entstehende Zersetzungsgas wird durch eine Öl kondensationsvorrichtung 404 zurückgewonnen. Mit der voranstehend geschilderten Steuervorrichtung und dergleichen können hierbei die Temperatur, der Druck, die Sauerstoffkonzentration in dem ersten gasdichten Raum 401 so eingestellt werden, daß selektiv das Harz pyrolysiert wird, während der Zustand des Metallbestandteils beibehalten bleibt.

In dem zweiten gasdichten Raum 402 werden die Temperatur und der Druck im Inneren so eingestellt, daß der Metallbestandteil verdampft, um in der Rückgewinnungskammer 406 zurückgewonnen zu werden. Die Temperatur und der Druck in dem zweiten gasdichten Raum 402 können auch durch die Steuervorrichtung eingestellt werden, entsprechend wie beim ersten gasdichten Raum 401.

Vor dem ersten gasdichten Raum 401 oder hinter dem zweiten gasdichten Raum 402 kann ein Spülraum vorgesehen sein.

(Ausführungsform 4)

Figur 5 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

Die Verarbeitungseinrichtung 500 ist eine Verarbeitungseinrichtung, die einen Gegenstand verarbeitet, der ein Harz und ein Metall als seine Bestandteile aufweist,

und ist mit einem Spülraum 501 versehen, einem ersten gasdichten Raum 502, einem zweiten gasdichten Raum 503, einem dritten gasdichten Raum 504 und einem Kühlraum 505.

Ein Spülraum 501 ist an eine Falle 506 und an ein .. Absaugsystem 507 angeschlossen. Ein erster gasdichter Raum 502 ist mit einer Ölkondensationsvorrichtung 508 und einem Absaugsystem 509 verbunden. Ein zweiter gasdichter Raum 503 ist an eine Rückgewinnungskammer 510 und an ein Absaugsystem 511 angeschlossen. Ein dritter gasdichter Raum 504 ist an eine Rückgewinnungskammer 512 und an ein Absaugsystem 513 angeschlossen. Ein Kühlraum 505 ist mit einer Falle 514 und einem Absaugsystem 515 verbunden. Der erste gasdichte Raum 502, der zweite gasdichte Raum 503 und der dritte gasdichte Raum 504 sind mit einer nicht dargestellten Temperaturreinstellvorrichtung versehen. Das Bezugszeichen 516 bezeichnet ein Trägergaseinlaßsystem, und das Bezugszeichen 517 einen Trägergasvorratsbehälter.

Zusätzlich ist der erste gasdichte Raum 502 mit einem nicht dargestellten Sauerstoffkonzentrationssensor versehen, so daß die Sauerstoffkonzentration in dem System unabhängig vom Gesamtdruck eingestellt werden kann.

Daher weist die Verarbeitungseinrichtung 500 mehrere Verarbeitungsräume auf, welche die Metallbestandteile des Gegenstands verdampfen. Selbst wenn der Gegenstand mehrere Metallbestandteile enthält, werden sie selektiv in dem zweiten gasdichten Raum 503 bzw. im dritten gasdichten Raum 504 für die Rückgewinnung verdampft.

(Ausführungsform 5)

Figur 6 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

Die Verarbeitungseinrichtung 600 ist eine Verarbeitungseinrichtung zur Verarbeitung eines Gegenstands, welcher ein Harz und ein Metall als seine Bestandteile enthält. Die Verarbeitungseinrichtung 600 ist so aufgebaut, daß mehrere Rückgewinnungssysteme mit einem gasdichten Behälter 601 verbunden sind, und es können für die Verarbeitung entsprechend der Temperatur, dem Druck und der Sauerstoffkonzentration in dem gasdichten Behälter 601 die Rückgewinnungssysteme umgeschaltet werden.

(Ausführungsform 6)

Figur 7 zeigt schematisch den Aufbau eines Steuersystems 610, welches die Temperatur, den Druck und die Sauerstoffkonzentration in dem gasdichten Behälter 601 einstellt. Wie voranstehend geschildert kann das Steuersystem 611 zum Teil oder insgesamt bei einer elektronischen Rechenvorrichtung vorhanden sein, beispielsweise als Programm, zum Steuern der Einrichtung.

Mit dem gasdichten Behälter 601 sind mehrere Systeme von Geräten für eine Ölkondensationsvorrichtung 602 verbunden, welche das thermisch zersetzte Produktgas des Harzbestandteils des Gegenstands zurückgewinnen, wobei die jeweilige Ölkondensationsvorrichtung 602 an das Absaugsystem 603 angeschlossen ist. Im allgemeinen wird Zersetzungsgas des Harzes in großen Mengen abgegeben, und daher läßt sich durch Bereitstellung der mehreren Ölkondensationsvorrichtungen der Zustand in dem gasdichten Behälter einfach steuern, und kann die Belastung des Absaugsystems verringert werden.

In der Stufe hinter dem Absaugsystem 603 ist eine Abfallgasverarbeitungseinrichtung 604 vorgesehen, welche das Abfallgas unschädlich, geruchlos und rauchfrei macht.

In dem gasdichten Behälter 601 sind mehrere Systeme von Rückgewinnungskammern zur Rückgewinnung der Metallbestandteile des Gegenstands angeschlossen, der in dem gasdichten Behälter 601 verdampft wird, wobei die jeweilige Rückgewinnungskammer mit dem Absaugsystem 606 verbunden ist.

Die mehreren Systeme von Rückgewinnungskammern 605, die an den gasdichten Behälter 601 angeschlossen sind, können dasselbe Metall zurückgewinnen. Durch Umschaltung entsprechend der Temperatur- und Druckbedingungen in dem gasdichten Behälter 601 können auch mehrere Metalle mit unterschiedlichem Dampfdruck (Siedepunkt) getrennt zurückgewonnen werden.

Weiterhin ist an den gasdichten Behälter 601 ein Trägergaseinlaßsystem angeschlossen. Das Bezugszeichen 607 bezeichnet einen Trägergasvorratsbehälter. Durch Einlaß eines Trägergases wie beispielsweise N<sub>2</sub> oder Ar kann die Sauerstoffkonzentration in dem gasdichten Behälter 601 unabhängig vom Gesamtdruck eingestellt werden. Weiterhin kann durch Einlaß eines vorher druckbeaufschlagten Trägergases das Innere des gasdichten Behälters 601 unter Druck gesetzt werden. Durch Druckbeaufschlagung des Gegenstands in einer nicht-oxidierenden Atmosphäre kann der Harzbestandteil wirksam zersetzt werden.

Weiterhin kann die Sauerstoffkonzentration in dem gasdichten Behälter 601 über den Gesamtdruck eingestellt werden.

(Ausführungsform 7)

Figur 8 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel für das Rückgewinnungssystem der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

Obwohl diese Verarbeitungseinrichtung ebenso wie die in Figur 6 dargestellte Verarbeitungseinrichtung aufgebaut ist, sind andere Abschnitte als das Rückgewinnungssystem bei der Darstellung weggelassen.

Ein Rückgewinnungsraum 611, der durch eine Trennwand 610, die geöffnet oder geschlossen werden kann, von einem gasdichten Behälter 601 getrennt ist, ist vorgesehen. Der Rückgewinnungsraum 611 weist eine nicht dargestellte Temperatureinstellvorrichtung auf. An den Rückgewinnungsraum 611 kann ein Trägergaseinlaßsystem angeschlossen werden.

Zusätzlich ist mit diesem Rückgewinnungsraum 611 eine Rückgewinnungskammer 605 und ein Absaugsystem 606 verbunden.

Wenn das Innere des gasdichten Behälters 601 den Temperatur- und Druckzustand erreicht, der eine Verdampfung des vorbestimmten Metalls gestattet, wird die Trennwand 610 geöffnet, um den Gegenstand 612 in den Rückgewinnungsraum 611 einzubringen, und dann wird die Trennwand 610 geschlossen.

Während der Temperatur- und Druckzustand beibehalten wird, kann das in dem Rückgewinnungsraum 605 verdampfte Metall kondensiert werden, um zurückgewonnen zu werden.

Wenn ein derartiger Rückgewinnungsraum 611 vorhanden ist, können selbst während der Rückgewinnung des Metalls von dem Gegenstand in dem Rückgewinnungsraum 611 Bedingungen wie die Temperatur, der Druck, und die Sauerstoffkonzentration in dem

gasdichten Behälter 601 unabhängig von dem Rückgewinnungsraum 611 eingestellt werden. Daher kann der Betriebswirkungsgrad der Einrichtung verbessert werden.

Ein derartiger Rückgewinnungsraum kann bei derartigen Verarbeitungseinrichtungen vorgesehen sein, wie sie in Figur 1, Figur 3, und Figur 4 und Figur 5 gezeigt sind.

(Ausführungsform 8)

Figur 9 zeigt schematisch ein Rückgewinnungssystem mit einem Rückgewinnungsraum 901, der an die Verarbeitungseinrichtung 100 angeschlossen ist, wie beispielsweise in Figur 1 gezeigt ist.

Mit einem zweiten gasdichten Raum 103 der Verarbeitungseinrichtung 100 ist ein Rückgewinnungsraum 901 verbunden, wobei der zweite gasdichte Raum 103 von dem Rückgewinnungsraum 901 durch eine Trennwand 902 getrennt ist, die geöffnet oder geschlossen werden kann. Der Rückgewinnungsraum 901 weist eine nicht dargestellte Temperatureinstellvorrichtung auf. Weiterhin kann ein Trägergaseinlaßsystem angeschlossen werden. Eine Rückgewinnungskammer 115 und ein Absaugsystem 114 sind mit dem Rückgewinnungsraum 901 verbunden. Zusätzlich können ein Rückgewinnungskammer 115 und ein Absaugsystem 114 parallel zum Rückgewinnungsraum 901 geschaltet werden.

Die Figuren 10 und 11 zeigen schematisch jeweils ein Beispiel für den Aufbau der Rückgewinnungskammern.

Figur 10 zeigt eine Rückgewinnungskammer mit Gegenflußanordnung, und Figur 11 zeigt eine Rückgewinnungskammer des Zyklontyps. Die Rückgewinnungskammer muß nur dazu fähig sein, das Metall zu kondensieren, welches

aus dem Gegenstand verdampfte. Darüber hinaus können derartige Rückgewinnungskammern in mehreren Stufen angeschlossen sein.

Figur 12 zeigt schematisch ein Beispiel für den Aufbau einer Abfallgasverarbeitungseinrichtung, welche das Abfallgas verarbeitet, das von dem Gegenstand abgegeben wurde, und nicht durch eine Ölkondensationsvorrichtung als Gerät zur Umwandlung in Öl oder durch eine Rückgewinnungskammer zurückgewonnen wurde. Hinter dem Rückgewinnungssystem, etwa der Ölkondensationsvorrichtung zur Umwandlung in Öl oder der Rückgewinnungskammer, sind ein Mehrfachabfallgasbehandlungsfilter 1201, ein Rauchfangfilter 1202 und ein Geruchsfilter 1203 angeschlossen. Abgesehen von diesen kann eine Alkalifalle, die beispielsweise Halogengas zurückgewinnt, oder eine Zersetzungseinrichtung für halogenierte Kohlenwasserstoffe, die einen Katalysator verwendet, vorgesehen sein.

Die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verarbeitet daher den Gegenstand, der ein Harz und ein Metall als Bestandteile aufweist, auf solche Weise, daß der Harzanteil selektiv pyrolysiert wird (Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung), und der Metallbestandteil von dem Gegenstand verdampft wird, um abgetrennt und zurückgewonnen zu werden.

(Ausführungsform 9)

Als nächstes wird ein Verarbeitungssystem beschrieben, welches Blei von einem Gegenstand abtrennt, der Blei als Bestandteil aufweist.

Das Verarbeitungssystem dient zur Verarbeitung eines Gegenstands, bei welchem zumindest ein Teil der Bestandteile

15.09.90

Blei und Harz sind. Beispielsweise Blei kann von einem elektronischen Bauteil eines elektronischen Instruments oder eines Kraftfahrzeugs entfernt werden, bei welchen eine bleihaltige Legierung verwendet wird, beispielsweise eine Lotlegierung auf der Grundlage von Pb-Sn.

Das Verarbeitungssystem pyrolysiert zuerst selektiv den Harzanteil etwa über Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung, und dann wird das Blei verdampft, um von dem Gegenstand abgetrennt zu werden. Das verdampfte Blei kann zurückgewonnen werden. Als Einrichtung kann für diesen Zweck die voranstehend geschilderte Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

Zuerst wird der Harzbestandteil selektiv so pyrolysiert, daß das Blei des Gegenstands nicht wesentlich oxidiert wird.

Das Harz beginnt um 323 K herum zu schmelzen, und gibt, wenn es etwa bei 453 bis 873 K gehalten wird, infolge der Pyrolyse ein Gas auf Kohlenwasserstoffgrundlage ab, welches hauptsächlich aus C<sub>1</sub> bis C<sub>8</sub> besteht. Ein derartiges Zersetzungsgas des Harzes kann durch die Ölkondensationsvorrichtung und dergleichen zurückgewonnen werden.

Der selektive Pyrolyseschritt für das Harz wird vorzugsweise unter Einstellung der Sauerstoffkonzentration durchgeführt. Durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration kann der Rückgewinnungswirkungsgrad für das Zersetzungsgas des Harzes verbessert werden. Weiterhin kann das Auftreten einer Oxidation von Blei verhindert werden. Da Bleioxid bei einer niedrigeren Temperatur als Blei verdampft wird, kann eine Streuung von Blei durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration verhindert werden, so daß Blei

wirksamer in einem späteren Schritt zurückgewonnen werden kann.

Dann wird durch Einstellung der Temperatur und des Drucks Blei aus dem Gegenstand verdampft. Wenn der Gegenstand beispielsweise Eisen, Kupfer, Aluminium, Zinn und dergleichen über Blei hinaus enthält, können durch den unterschiedlichen Dampfdruck die jeweiligen Metalle selektiv verdampft werden.

Die Temperatur, bei welcher Blei verdampft, ändert sich in Abhängigkeit vom Druck in dem gasdichten Behälter. Unter Atmosphärendruck beträgt der Dampfdruck von Blei bei 1673 K 84 mm Hg, jedoch erreichen die Dampfdrücke von Eisen, Kupfer und Zinn noch nicht einmal 1 mm Hg. Durch Erhitzung des Gegenstands auf etwa 1673 K kann praktisch nur Bleidampf selektiv aus dem Gegenstand erzeugt werden.

Bei einer Erhitzung auf beispielsweise 2013 K unter Atmosphärendruck beträgt der Dampfdruck von Blei 760 mm Hg, wogegen der von Zinn 15 mm Hg beträgt, und der von Kupfer unterhalb von 3 mm Hg liegt. Die Erhitzung des Gegenstands auf etwa 1673 K kann daher selektiv praktisch nur Bleidampf aus dem Gegenstand ausstoßen.

Durch Erhitzung des Gegenstands unter verringertem Druck kann darüber hinaus Blei aus dem Gegenstand bei einer noch niedrigeren Temperatur verdampft werden.

Wenn der Druck auf  $10^{-1}$  Torr eingestellt wird, kann durch Erhitzung auf etwa 1100 K praktisch nur Bleidampf selektiv aus dem Gegenstand erzeugt werden.

Wenn der Druck auf  $10^{-3}$  Torr eingestellt wird, kann durch Erhitzung auf etwa 900 K praktisch nur Bleidampf aus dem Gegenstand erzeugt werden.

Wenn der Druck auf  $10^{-4}$  Torr eingestellt wird, kann durch Erhitzung auf etwa 700 K praktisch nur Bleidampf aus dem Gegenstand erzeugt werden.

Der auf diese Art und Weise selektiv abgegebene Bleidampf kann als metallisches Blei durch eine Rückgewinnungseinrichtung zurückgewonnen werden, die auf beispielsweise eine Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes von Blei abgekühlt ist.

Figur 13 zeigt die Beziehung zwischen dem Dampfdruck von Blei und der Temperatur. Es wird deutlich, daß der Siedepunkt von Blei durch Druckverringerung im Inneren des gasdichten Behälters abgesenkt werden kann.

Auf der Grundlage dieses Diagramms kann die Heiztemperatur entsprechend beispielsweise dem Druck in dem gasdichten Behälter eingestellt werden. Wird beispielsweise diese Beziehung als Programm in einer elektronischen Recheneinrichtung vorgesehen, so kann diese als die Steuervorrichtung der Verarbeitungseinrichtung der voranstehend geschilderten vorliegenden Erfindung verwendet werden.

(Ausführungsform 10)

Hierbei dient ein bestücktes Substrat als Beispiel, bei welchem verschiedene Arten elektronischer Bauteile auf einem Substrat angebracht sind, durch eine Lotlegierung, die Blei enthält, also als Beispiel für einen Gegenstand, der Blei und ein Harz als Bestandteile aufweist, und es wird die Verarbeitung dieses Gegenstands geschildert.

32 197 81 054 13  
140 15.09.90

Figur 14 zeigt schematisch ein derartiges bestücktes Substrat 1300.

Auf einer Leiterplatte 1303, die durch Stapelanordnung einer Kupferfolie 1301 und eines Harzes 1302 ausgebildet ist, ist ein elektronisches Bauteil 1304 angebracht. Dieses elektronische Bauteil 1304 ist durch ein Harz 1305 als Gehäuse eingeschlossen. Zusätzlich ist ein Verbindungsanschluß 1306 des elektronischen Bauteils, der aus einer Kupferlegierung und einer Kupferfolie besteht, durch eine Lotlegierung 1307 auf der Grundlage von Pb-Sn angeschlossen. Wenn die Oberfläche der Anschlußklemme 1306 des elektronischen Bauteils mit einer Lotlegierung beschichtet ist, kann sie auf die gleiche Art und Weise verarbeitet werden.

Zuerst wird das bestückte Substrat 1300 erhitzt, während die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so eingestellt wird, daß selektiv das Harz 1302, 1303 pyrolysiert wird. Da der Harzbestandteil einer Leiterplatte normalerweise ein thermisch aushärtendes Harz ist, wird der größte Anteil verkohlt, jedoch ein beträchtliches Volumen an Zersetzungsgas abgegeben. Die Situation bei dem Gehäuseharz 1303 des elektronischen Bauteils ist ebenso.

Figur 15 zeigt schematisch ein bestücktes Substrat 1300, dessen Harzbestandteil selektiv pyrolysiert wird.

In diesem Zustand wird ein großer Anteil des Harzbestandteils des bestückten Substrats verkohlt. Darüber hinaus kann durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration eine Zerstreuung von Blei verhindert werden.

Dann wird durch Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer selektiv Blei in dem Gegenstand

verdampft. Die Temperatur und der Druck können auf der Grundlage von Figur 13 festgelegt werden. Im Inneren der gasdichten Kammer wird der Druck vorzugsweise verringert. Dies liegt daran, daß infolge der Tatsache, daß Blei bei niedrigerer Temperatur verdampft werden kann, die Energiezufuhr verringert werden kann, und da die Sauerstoffkonzentration niedriger wird, die Metallbestandteile des Gegenstands wie Blei und andere gehindert werden können, oxidiert zu werden. Wenn die Gefahr für eine Oxidation der Metallbestandteile des Gegenstands besteht, kann die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer durch Einlaß des Trägergases wie etwa N<sub>2</sub> oder Ar in die gasdichte Kammer eingestellt werden.

Je stärker der Druck im Inneren der gasdichten Kammer verringert ist, desto niedriger ist die Temperatur, bei welcher Blei verdampft. Figur 16 zeigt schematisch einen Zustand, in welchem Blei 1308 als metallisches Blei verdampft.

Durch Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer kann selektiv nur Blei verdampft werden. Wenn der Gegenstand Metalle mit niedrigerem Siedepunkt als jenem von Blei enthält, können derartige Metalle vorher verdampft werden.

Daher kann Blei von dem bestückten Substrat 1300 als zu verarbeitendem Gegenstand entfernt werden. Durch derartige Verarbeitung des bestückten Substrats, beispielsweise elektronischer Instrumente als Abfall, die in der Gesellschaft in großen Mengen vorhanden sind, können sie als üblicher Abfall verarbeitet werden, wodurch eine Umweltverschmutzung infolge austretenden Bleis verhindert werden kann. Darüber hinaus können andere Metallbestandteile als Blei einfach abgetrennt und als Ressourcen zurückgewonnen

werden. Auch der Harzbestandteil kann als wertvolles Öl oder Karbid zurückgewonnen werden. Das Karbid kann als Dünger oder als Aktivkohle verwendet werden.

Hierbei erfolgte die Beschreibung bis zu dem Schritt, bei welchem Blei von dem bestückten Substrat 1300 entfernt wird, jedoch können durch weitere Einstellung der Temperatur und es Drucks in der gasdichten Kammer auch die anderen Metallbestandteile als Blei des Gegenstands verdampft werden.

Durch Verdampfung beispielsweise von Zinn, welches eine Lotlegierung bildet, kann eine Trennung der Leiterplatte 1303 und des elektronischen Bauteils 1304 erfolgen.

Figur 17 zeigt schematisch einen Zustand, in welchem eine Leiterplatte 1303, von welcher Zinn verdampft wird, und ein elektronisches Bauteil 1304 getrennt werden.

Durch Entfernung von Blei oder durch Trennung der Leiterplatte 1303 und des elektronischen Bauteils 1304 kann daher die Komplexität des Gegenstands verringert werden, was dessen spätere Verarbeitung erleichtert. Anders ausgedrückt nimmt die Entropie des Gegenstands ab, wodurch sich der Wert des Gegenstands erhöht.

Weiterhin können durch Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer Metalle wie Au, Ag, Pt, Bi, In, Ta, In, Cr, Cu, Al, W, Mo, Co, Pd, die in der Leiterplatte 1303 und dem elektronischen Bauteil 1304 enthalten sind, für die Rückgewinnung verdampft werden. Eine derartige Rückgewinnung kann wirksam durchgeführt werden, wenn sie getrennt nach der Abtrennung der Leiterplatte 1303 von dem elektronischen Bauteil 1304 erfolgt.

Die Figuren 18, 29, 30 zeigen schematisch die Druckabhängigkeit der Siedepunkte (Dampfdrucke) der verschiedenen Metalle. Diese Diagramme zeigen ein Beispiel für rückgewinnbare Metalle, jedoch kann man auch die Metalle zurückgewinnen, die in diesen Diagrammen nicht gezeigt sind.

Figur 19 ist ein Diagramm, welches die Temperaturabhängigkeit der freien Energie zur Ausbildung von Oxiden zeigt. Elemente in Figur 19 sind als ein Beispiel gezeigt, und es können Daten, die andere Elemente als diese betreffen, einfach berechnet werden, oder aus Datenbanken erhalten werden. Unter Verwendung der Beziehung, die in Figur 18, Figur 19, Figur 29, Figur 30 gezeigt ist, zusammen mit der Beziehung zwischen dem Siedepunkt (Dampfdruck) von Blei und dem Druck, der in Figur 13 gezeigt ist, können die Temperatur, der Druck, und die Sauerstoffkonzentration beispielsweise in der gasdichten Kammer gesteuert werden.

Werden beispielsweise diese Beziehungen bei einer elektronischen Recheneinrichtung als Programm vorgesehen, so lässt sich diese als Steuervorrichtung für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwenden.

(Ausführungsform 11)

Figur 20 zeigt schematisch ein Beispiel für eine Einrichtung, welche Blei von einem Gegenstand entfernt, der Blei und ein Harz als Bestandteile aufweist. Die Einrichtung ist nicht auf jene beschränkt, die in Figur 20 gezeigt ist, sondern es lässt sich auch die voranstehend geschilderte Einrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung einsetzen.

Diese Verarbeitungseinrichtung 2000 ist mit einem ersten gasdichten Raum 2001 und einem zweiten gasdichten Raum 2002

versehen. Der erste gasdichte Raum 2001 weist eine Sauerstoffkonzentrationssteuereinrichtung 2003 und ein Heizgerät auf, beispielsweise einen nicht dargestellten Brenner und dergleichen. Weiterhin ist sie so aufgebaut, daß die vorbestimmte Temperatur für den vorbestimmten Zeitraum durch einen Steuerabschnitt aufrechterhalten werden, der in der Figur weggelassen ist.

Gas auf Kohlenwasserstoffbasis, welches von dem Harzbestandteil durch Erhitzung des Gegenstands 2004 abgegeben wird, wird durch eine Kondensations/Rückgewinnungseinrichtung 2005 abgekühlt, um als Öl zurückgewonnen zu werden. Das Bezugszeichen 2006 bezeichnet ein Auslaßgasreinigungsgerät. In diesem Fall ist ein Sprühreinigungsgerät angeschlossen, welches alkalisches Wasser oder dergleichen verwendet, wodurch der Anteil von Halogengas in dem Auslaßgas auf einen Pegel unterhalb der zulässigen Umweltschwelle verringert werden kann.

Der zweite gasdichte Raum 2002 ist ein Vakuumheizofen, und ist mit einer Bleirückgewinnungskammer 2007 und einem Absauggerät 2008 versehen.

Der Gegenstand wird zum ersten gasdichten Raum 2001 und zum zweiten gasdichten Raum 2002 nacheinander durch eine Transportvorrichtung 2009 befördert, beispielsweise eine Fördereinrichtung.

Die Aufenthaltszeit, die Heiztemperatur, der Druck, und die Sauerstoffkonzentration des Gegenstands in dem ersten gasdichten Raum 2001 bzw. dem zweiten gasdichten Raum 2002 werden jeweils durch einen nicht dargestellten Steuerabschnitt gesteuert.

Nach dem Durchgang durch den zweiten gasdichten Raum 2002 wird hierbei der Gegenstand zu dem Restaufnahmeabschnitt 2010 transportiert.

In dem ersten gasdichten Raum 2001 wird der Gegenstand 2004 auf beispielsweise etwa 473 bis 873 K erhitzt, und auf dieser Temperatur gehalten. Dann wird der Harzbestandteil, der einen Teil der Bestandteile des Gegenstands 2004 bildet, pyrolysiert, um als Kohlenwasserstoffgas abgegeben zu werden, welches beispielsweise aus C1 bis C8, C8 bis C16 besteht.

Das abgegebene Zersetzungsgas des Harzes wird durch eine Kondensationseinrichtung 2005 kondensiert und zurückgewonnen. Jenes Gas, welches nicht zurückgewonnen wird, wird durch ein Abfallgasreinigungsgerät 2006 entfernt, damit es unschädlich, rauchfrei und geruchfrei wird.

Daraufhin wird der Gegenstand 2004 zum zweiten gasdichten Raum 2002 übertragen. wird der Druck auf beispielsweise etwa  $10^{-5}$  Torr verringert, und die Temperatur auf etwa 700 K angehoben, und dann dieser Zustand beibehalten. Blei in dem Gegenstand wird als Bleidampf von dem Gegenstand abgegeben. An dem oberen Abschnitt des zweiten gasdichten Raums 2002 ist ein Gasauslaßabschnitt vorgesehen, in welchem der Bleidampf, der von dem Gegenstand ausgestoßen wird, als metallisches Blei kondensiert, infolge des Absinkens des Dampfdrucks. Das kristalline, metallische Blei wird in der Bleirückgewinnungskammer 2005 niedergeschlagen, um zurückgewonnen zu werden. Für einen wirksamen Transport des Metalldampfs von dem zweiten gasdichten Raum 2002 zur Bleirückgewinnungskammer 2005 wird durch Einlaß eines Inertgases wie etwa N<sub>2</sub> oder Ar von dem Trägergaseinlaßabschnitt, der in dem zweiten gasdichten Raum 2002 vorgesehen ist, der Bleidampf zur

Bleirückgewinnungskammer 2005 zusammen mit dem Trägergas übertragen.

Am oberen Abschnitt des ersten gasdichten Raums ist ein Gasauslaßabschnitt vorgesehen, und das abgegebene Zersetzungsgas des Harzes wird der Kondensationseinrichtung 2005 zugeführt.

Wenn die Kühltemperatur der Kondensationseinrichtung 2005 auf 523 bis 423 K herabgesetzt wird, wird hauptsächlich Schweröl abgegeben, bei einer Kühlung auf 423 bis 323 K wird hauptsächlich eine Mischung aus Schweröl und Leichtöl abgegeben, und bei einer Abkühlung auf 323 K bis Zimmertemperatur wird hauptsächlich Leichtöl abgegeben. Das zurückgewonnen Öl wird einem Rückgewinnungsbehälter zugeführt, der in der Figur nicht dargestellt ist, und kann als Brennstoff oder Rohmaterial erneut verwendet werden.

Das von der Kondensationseinrichtung 2005 abgegeben Gas wird dem Auslaßgasreinigungsgerät 2006 über einen Gasauslaßabschnitt 15 zugeführt. Beim vorliegenden Beispiel ist ein Sprühreinigungsgerät angeschlossen, welches alkalisches Wasser verwendet, um den Anteil von Halogengas in dem Abfallgas auf einen Pegel unterhalb der zulässigen Umweltbedingungen zu verringern.

(Ausführungsform 12)

Als nächstes wird ein Beispiel, bei welchem ein lotenthalenes elektronisches Instrument als Gegenstand verarbeitet wird, und zwar durch eine Verarbeitungseinrichtung 200 mit dem voranstehend geschilderten Aufbau, beschrieben.

Das elektronische Instrument, der Gegenstand 2004, kann vorher zerkleinert werden. In diesem Fall wird das elektronische Bauteil in Abmessungen von etwa 10 x 10 cm mit einer in zwei Achsen arbeitenden Zerkleinerungsvorrichtung zerkleinert. Das grob zerteilte elektronische Instrument wird in den ersten gasdichten Raum eingebbracht.

In dem ersten gasdichten Raum 2001 wird die Temperatur im Inneren des Ofens auf etwa 773 K gehalten, und die Sauerstoffkonzentration auf etwa 5 %. Das elektronische Instrument bleibt dort etwa eine halbe Stunde lang. Der Harzbestandteil, der etwa 40 % des elektronischen Instruments beträgt, wird in dem ersten gasdichten Raum 2001 selektiv pyrolysiert, um als Kohlenwasserstoffgas abgegeben zu werden, oder verkohlt zu werden.

Metalle wie etwa Eisen, Kupfer oder Aluminium, die insgesamt etwa 50 % der Zusammensetzung ausmachen, und das bestückte Substrat, welches etwa 10 % der Zusammensetzung ausmacht, zeigen in dem ersten gasdichten Raum 2001 keine chemische Änderung. Der Oxidationszustand oder der Phasengleichgewichtszustand wird daher im wesentlichen aufrechterhalten.

Das elektronische Instrument, bei welchem der Harzbestandteil selektiv pyrolysiert wurde, wurde zum zweiten gasdichten Raum 2002 ohne Abkühlung übertragen. Der Druck und die Temperatur in dem zweiten gasdichten Raum 2002 wurden auf etwa  $10^{-3}$  Torr bzw. 900 K gehalten, und das elektronische Instrument blieb dort etwa eine halbe Stunde lang.

Bei dem bestückten Substrat, welches etwa 10 % des elektronischen Instruments ausmacht, macht eine Lotlegierung etwa 5 bis 10 % des Substratgewichts aus. Weiterhin bestehen etwa 40 Gew.-% der Lotlegierung aus Blei.

In dem elektronischen Instrument ist daher ein Bestandteil von 0,2 bis 0,4 % an Blei vorhanden. Dieses Blei wird als Bleidampf in dem zweiten gasdichten Raum 2002 verdampft, wird zur Bleirückgewinnungskammer 2005 zusammen mit dem Trägergas übertragen, und als metallisches Blei zurückgewonnen.

Um den Rückgewinnungswirkungsgrad für Blei zu verbessern wird vorzugsweise die Aufenthaltszeit von Bleidampf in der Bleirückgewinnungskammer 2005 solange wie möglich verlängert. Bei vorliegenden Beispiel betrug der Rückgewinnungsanteil für Blei 98 %. Das rückgewonnene Blei wies einen geringen Anteil an Verunreinigungen auf, und konnte als wertvolles Metall recycelt werden.

Kohlenwasserstoffgas, welches nach der Pyrolyse in dem ersten gasdichten Raum 2001 abgegeben wird, wird zur Kondensationseinrichtung 2005 übertragen, um an dem Kondensationsabschnitt abgekühlt zu werden, der durch umgewälztes Wasser auf etwa 300 K abgekühlt wird. Beim vorliegenden Beispiel weist das Harz einen Anteil von 40 % des elektronischen Instruments auf. Das Ölumwandlungsverhältnis hängt von der Zusammensetzung des Harzbestandteils ab, jedoch werden etwa 90 Gew.-% als Öl zurückgewonnen, und bleiben etwa 10 % als Rest übrig, der hauptsächlich aus Karbid besteht.

Das zurückgewonnene Öl konnte als Brennstoff oder Ressource recycelt werden. Der Gasanteil, der durch die Kondensationseinrichtung 2005 hindurchging, wird nach Reinigung durch das Auspuffgasreinigungsgerät 2006 in die Atmosphäre abgegeben, als Abfallgas unterhalb der zulässigen Umweltschwelle.

Weiterhin werden Metalle wie etwa Eisen, Kupfer und Aluminium, die etwa 50 % der Zusammensetzung eines elektronischen Bauteils ausmachen, ohne wesentlich in dem ersten gasdichten Raum 2001 oder in dem zweiten gasdichten Raum 2002 oxidiert zu werden, statt dessen als Metall zurückgewonnen. Der Recycelwert ist daher hoch.

Beim vorliegenden Beispiel besteht der Rest, der in die Restaufnahmeverrichtung 30 ausgestoßen wird, hauptsächlich aus Eisen, Kupfer, Aluminium und Karbid des Harzes.

Figur 21 zeigt schematisch ein Beispiel für eine Trennwand 2101, die geöffnet oder geschlossen werden kann, und welche die Gasdichtigkeit und die adiathermischen Eigenschaften des ersten gasdichten Raums 2001 und des zweiten gasdichten Raums 2002 der Verarbeitungseinrichtung 2000 aufrechterhält, die beispielsweise in Figur 20 gezeigt ist. Eine Trennwand 2101 wird durch einen Draht 2102 und einen Heber 2103 betätigt.

Am Ort der jeweiligen Trennwand 2101 können eine Vakuumtür und eine adiathermische Tür getrennt vorgesehen sein. Beispielsweise kann eine Trennwand 2101b eine Vakuumtür sein, und können sowohl auf der Seite des ersten gasdichten Raums 2001 als auch auf der Seite des zweiten gasdichten Raums 2002 dieser Tür adiabatische Türen vorgesehen sein, die ebenso geöffnet oder geschlossen werden können.

Als nächstes wird ein Beispiel aufgenommen und beschrieben, bei welchem als zu bearbeitender Gegenstand Abfall, der Harz und Metall enthält, die in großen Mengen in verschiedenen Arten elektronischer Instrumente, Kraftfahrzeuge, Präzisionsinstrumente, Papierwaren, Verpackungen für Medizin und Lebensmittel verwendet werden, verarbeitet wird. Es kann die Verarbeitungseinrichtung der voranstehend geschilderten vorliegenden Erfindung eingesetzt werden.

(Ausführungsform 13)

Da derartige Abfälle, die ein Harz und ein Metall enthalten, schwierig zu trennen und zurückzugewinnen sind, werden sie normalerweise durch Verbrennung oder Deponieverarbeitung verarbeitet. Bei dem Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung wird in einer Einrichtung der Harzbestandteil des Abfalls selektiv pyrolysiert (Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung), und wird der Metallbestandteil verdampft, um in seinem metallischen Zustand zurückgewonnen zu werden. Zwar haben Abfälle, die ein derartiges Harz aufweisen, in der Praxis ein Problem bei der Erhitzung unter verringertem Druck dargestellt, nämlich daß die Temperaturerhöhung während der Erhitzung langsam ist, jedoch kann die vorliegende Erfindung diese Schwierigkeit durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration überwinden.

Bei dem Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung wird zuerst Abfall, der ein Harz und ein Metall enthält, in die gasdichte Kammer eingebracht. Durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration zur Zurückgewinnung des Harzes wird dann der Druck erhöht, auf einen Druck von mehreren Atmosphären, und wird die Temperatur erhöht. Dann werden eine Druckverringerung und Erhitzung durchgeführt, um das Metall zu verdampfen und zurückzugewinnen.

Figur 22 zeigt schematisch ein Beispiel für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, welche in dem Verarbeitungssystem verwendet werden kann.

In der gasdichten Kammer 2201 ist ein Eingaberegal 2202 vorgesehen, welches den Abfall aufnimmt, der das Harz und das Metall enthält, und aus Metall und dergleichen besteht, welches eine hohe Wärmebeständigkeit und einen hohen

Temperaturanstiegswirkungsgrad aufweist. Das Bezugszeichen 2203 bezeichnet eine Tür, welche die gasdichte Kammer 2201 öffnet oder schließt. In der gasdichten Kammer ist ein Heizerät 2204 vorgesehen, und wird zusammen mit dem Druck und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer über ein Steuerfeld 2205 betätigt. Das Bezugszeichen 2206 bezeichnet einen Sensor, und hierdurch werden die Temperatur, der Druck und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer 2201 an das Steuerfeld 2205 als Signale übertragen.

Die gasdichte Kammer 2201 ist an eine Absaugeinrichtung 2208 angeschlossen. Zwischen der gasdichten Kammer 2201 und der Absaugeinrichtung 2208 ist ein Harzrückgewinnungssystem 2209 vorgesehen, welches eine Rückgewinnungseinrichtung für das Zersetzungspunktgas des Harzbestandteils des Abfalls darstellt, sowie ein Metallrückgewinnungssystem 2210, welches eine Rückgewinnungseinrichtung für den Metallbestandteil des Abfalls darstellt. Für das Harzrückgewinnungssystem 2209 kann beispielsweise eine Kondensationseinrichtung vorgesehen sein. Für die Metallrückgewinnungseinrichtung kann beispielsweise eine Zyklontrennvorrichtung vorgesehen sein.

Der Abfall wird in das Eingaberegal 2202 eingebracht, welches im Inneren der gasdichten Kammer 2201 angeordnet ist, die Tür 2203 wird abdichtend geschlossen, und es wird mit der Erhitzung (400 °C) und der Druckverringerung (drei Atmosphären) begonnen, wobei zuerst das Rückgewinnungssystem geschlossen ist.

In diesem Fall erfolgt der Temperaturanstieg wirksamer, als wenn eine Erhitzung unter Druckverringerung erfolgt, und dies trägt zum Temperaturanstiegswirkungsgrad bei, wenn die Temperatur unter verringertem Druck während der späteren Rückgewinnung von Metall erhöht wird.

Die Gase, die durch Pyrolyse der Harzbestandteile des Abfalls erzeugt werden, werden durch mehrere Rückgewinnungseinrichtungen entsprechend den Arten des Gases zurückgewonnen. Wenn der Abfall Harz auf Polyvinylchloridgrundlage enthält, kann der Abfall zuerst unter Atmosphärendruck erhitzt werden, um Chlorgas abzugeben, und danach kann das Chlorgas als Eisenchlorid durch Kontakt mit Eisen zurückgewonnen werden, welches auf hohe Temperatur erhitzt ist, oder kann durch Hinzufügen von Ammoniak als Ammoniumchlorid zurückgewonnen werden. Da in diesem Falle die Kammer und die Rohre infolge des Chlorgases stark korrodiert werden können, wird vorzugsweise bei der Einrichtung Hastelloy oder eine Titanlegierung statt Edelstahl verwendet, je nach den Anforderungen. Das Abfallgas, beispielsweise nicht zurückgewonnenes Gas, kann dadurch unschädlich gemacht werden, daß eine Verbrennung bei hoher Temperatur durchgeführt wird.

Ein Teil des Harzes wird verkohlt und kann als Dünger oder Brennstoff recycelt werden. Kohlenstoff, der unter Vakuumbedingungen erhitzt ist, ist hervorragend als Dünger, Brennstoff oder Deodorant.

Dann wird das Harzrückgewinnungssystem 2209 geschlossen, und ein Rohrkreis jedes Metallrückgewinnungssystems 2210 geöffnet. Im Inneren der gasdichten Kammer 2201 erfolgt eine Druckverringerung auf einen Druck um  $10^{-3}$  Torr herum, mit einer Absaugeeinrichtung, und eine Erhitzung auf oberhalb des Siedepunkts der Legierung entsprechend den Arten der Metalle, wodurch das Metall verdampft wird, um durch eine Kondensationsvorrichtung zurückgewonnen zu werden, die in der Mitte des Metallrückgewinnungssystems 2210 vorgesehen ist. Da die Verdampfungstemperatur des Metalls niedriger wird als bei Atmosphärendruck kann in diesem Fall eine relativ niedrige Temperatur verwendet werden, und darüber hinaus wird der

15.09.98

Rückgewinnungswirkungsgrad hoch, da höchstens eine geringe Oxidation auftritt.

Bei dem Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung ist daher der thermische Wirkungsgrad hervorragend, und sind die Verarbeitungskosten gering. Durch Erhitzung/Druckbeaufschlagung kann darüber hinaus Öl mit relativ niedrigem Molekulargewicht mit hohem Wirkungsgrad zurückgewonnen werden, und kann der Rückgewinnungswirkungsgrad für das äußerst reine Metall infolge der Erhitzung unter Vakuum hoch sein.

(Ausführungsform 14)

Als nächstes wird als Beispiel für einen zu verarbeitenden Gegenstand, um das Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung zu schildern, die Verarbeitung von Abfall in Form bestückter Substrate beschrieben, bei welchen verschiedene Arten elektronischer Bauteile auf einer Leiterplatte mit einer gedruckten Schaltung angebracht sind, und die in weitem Ausmaß in verschiedenen Arten elektronischer Instrumente, Kraftfahrzeuge, Präzisionsinstrumente und dergleichen verwendet werden. In Bezug auf die Einrichtung kann die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

Dieses Verarbeitungssystem führt eine wirksame Abtrennung und Rückgewinnung elektronischer Bauteile von einem bestückten Substrat durch, auf welchem verschiedene Arten elektronischer Bauteile angebracht sind, beispielsweise ein IC, eine LSI, ein Widerstand, oder ein Kondensator. Zusätzlich führt das System eine Abtrennung und Rückgewinnung von Harzbestandteilen und Metallbestandteilen des bestückten Substrats durch, welches eine Leiterplatte und ein

elektronisches Bauteil aufweist, so daß Ressourcen zur Verfügung gestellt werden.

Bei derartigen Abfällen in Form bestückter Substrate war die Abtrennung eines elektronischen Bauteils von einer Leiterplatte schwierig, und da ein bestücktes Substrat einen Gegenstand darstellte, bei welchem verschiedene Materialien auf komplizierte Art und Weise vereinigt vorhanden waren, war dessen Verarbeitung schwierig. Daher wurde im allgemeinen eine Verarbeitung wie beispielsweise Deponieren oder Verbrennung eingesetzt.

Bei dem vorliegenden Verarbeitungssystem werden Abfälle in Form bestückter Substrate in die gasdichte Kammer eingegeben. Um dann einen hohen Temperaturanstiegswirkungsgrad zu erreichen, wird unter Atmosphärendruck oder unter Druckbeaufschlagung die Temperatur auf eine Temperatur erhöht, bei welcher das Harz nicht stark oxidiert wird, und danach wird der Druck verringert. Dies liegt daran, daß bei Druckverringerung die Wärmeleitfähigkeit in der gasdichten Kammer gering wird.

Dann wird ebenso wie im vorherigen Fall das Harz selektiv pyrolysiert (Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung), um das Zersetzungsgas zurückzugewinnen.

Wenn der Harzbestandteil eines bestückten Substrats verarbeitet werden soll, wird, um einen hohen Temperaturanstiegswirkungsgrad zu erreichen, nach Erhitzung auf eine Temperatur (200 °C), bei welcher das Harz nicht wesentlich oxidiert wird, während der Druck und die Sauerstoffkonzentration durch ein Absaugsystem eingestellt werden, das bestückte Substrat als Gegenstand erhitzt. In diesem Fall wird der Harzbestandteil selektiv bei einer Temperatur entsprechend dem Vakuum pyrolysiert. Da die

Pyrolysetemperatur desto niedriger wird, je höher die Druckverringerung (das Vakuum) ist, besteht keine Gefahr für die Beschädigung der abgedichteten Druckverringerungskammer.

Gehäuseharz eines elektronischen Bauteils wird ebenfalls pyrolysiert und wird äußerst spröde, was zu einer einfachen Abtrennung von einem Element in dem Gehäuse führt.

Die durch Pyrolyse des Harzes erzeugten Gase werden durch mehrere Rückgewinnungseinrichtungen zurückgewonnen, je nach Art des erzeugten Gases. Beispielsweise Wasserstoffgas, um zurückgewonnen zu werden, durch eine Substanz, welche dieses Gas absorbieren kann, und Chlorgas kann in Berührung mit auf hohe Temperatur erwärmten Eisen gebracht werden, um als Eisenchlorid zurückgewonnen zu werden.

Das Abfallgas und dergleichen können hierbei durch Verbrennung auf hoher Temperatur unschädlich gemacht werden.

Weiterhin wird durch Einstellung der Temperatur und des Drucks, und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer je nach Metallen, die zurückgewonnen werden sollen (vgl. Figur 13, Figur 18, Figur 19, Figur 29, Figur 30), eine Legierung verdampft, die eine Leiterplatte und ein elektronisches Bauteil (beispielsweise eine Pb-Sn-Legierung) verbindet. Unter Recyclinggesichtspunkten wird die Legierung vorzugsweise selektiv verdampft, entsprechend dem jeweiligen Dampfdruck, um abgetrennt zu werden.

Infolge der Verdampfung der Legierung, welche die Leiterplatte und das elektronische Bauteil verbindet, kann das elektronische Bauteil von der Leiterplatte getrennt werden.

Über die Verbindungslegierung hinaus, welche eine Leiterplatte und ein elektronisches Bauteil verbindet, können verschiedene Arten von Metallen, die in einem bestückten Substrat angebracht sind, für die Abtrennung und Rückgewinnung verdampft werden, beispielsweise Zn, Sb, Au, Pt, In, Cr, Cu, Al, Mo, W und Ta. Der Nutzwert des Metalls ist hoch, da das Metall in seinem metallischen Zustand zurückgewonnen wird, ohne oxidiert zu sein.

Wenn eine Legierung verdampft wird, so wird zur Verbesserung des Temperaturanstiegswirkungsgrades nach Erhitzung auf eine Temperatur, bei welcher die Legierung nicht wesentlich oxidiert wird (beispielsweise etwa 200 °C) das Innere der gasdichten Kammer durch eine Absaugvorrichtung auf verringerten Druck gesetzt, und wird weiter erhitzt (etwa 400 °C als Beispiel), und die verdampfte Lotlegierung kann durch eine Kondensationsvorrichtung kondensiert werden, die in der Mitte des Rückgewinnungsweges angeordnet ist.

Bei diesem System wird, wie in Figur 17 gezeigt, die Lotlegierung des bestückten Substrats vollständig entfernt, und wird das Lot des Leitungsklemmenabschnitts beispielsweise eines IC, eines LSI, eines Widerstands oder eines Kondensators ebenfalls vollständig entfernt. Daher kann nicht nur ein elektronisches Bauteil von einem Substrat getrennt werden, sondern auch das spätere Recycling einer Leiterplatte und eines elektronischen Bauteils erleichtert werden, was zu einer Erhöhung des Wertes führt.

Der Harzbestandteil eines bestückten Substrats wird verdampft, verkohlt oder als Zwischenprodukt ausgebildet, was eine wirksame Nutzung ermöglicht.

Da die Metallbestandteile einer Lotlegierung entsprechend dem Vakuumwert in der gasdichten Kammer verdampften, und da sie

bei niedrigem Druck bei niedrigerer Temperatur verdampfen, werden eine Ofenwand und dergleichen der Verarbeitungseinrichtung nicht beschädigt.

Wenn die bestückten Substrate durch Deponieentsorgung verarbeitet werden, besteht die Möglichkeit, daß schädliche Metalle wie beispielsweise Pb, Sb in Lotlegierungen infolge sauren Regens und dergleichen aufgelöst werden, was zur Verschmutzung des Bodens und von Flüssen führt. Weiterhin wird in der Natur praktisch kein Harz zersetzt, so daß es dort semi-permanent verbleibt, was nicht nur zu einem Mangel an Anbauflächen führt, sondern auch zum Auftreten von Schwierigkeiten in Bezug auf den Umweltschutz. Mit dem Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung können diese Schwierigkeiten überwunden werden.

Weiterhin können verschiedene Arten von Metallen, die in Leiterplatten oder elektronischen Bauteilen enthalten sind, abgetrennt und zurückgewonnen werden, um als Ressourcen erneut genutzt zu werden. Unter ihnen befinden sich Metalle, bei denen das Risiko besteht, daß sie erschöpft werden, oder seltene Metalle, deren Vorkommen in den oberen Erzschichten gering ist. Die Rückgewinnung dieser Metalle trägt daher zur Lösung des Problems von Ressourcen und Energie dar, welches die massiv konsumierende Gesellschaft hat.

(Ausführungsform 15)

Als nächstes wird ein Verarbeitungssystem beschrieben, bei welchem als Gegenstand eine Leiterplatte mit einer gedruckten Schaltung behandelt wird, bei welcher eine Kupferfolie und ein Harz stapelförmig übereinander angeordnet sind.

Eine Leiterplatte kann ein sogenanntes kupferplattiertes Laminat sein, ein flexibles Substrat, und ein Filmträger bei

15.09.96

TAB (Tape Automated Bonding: automatische Bandverbindung). Ein abgeschnittener Abschnitt eines kupferplattierten Laminats, der während des Herstellungsvorgangs für eine Leiterplatte erzeugt wird, kann verarbeitet werden. Weiterhin kann, wie voranstehend geschildert, eine Leiterplatte verarbeitet werden, bei welcher ein elektronisches Bauteil und eine Verbindungslegierung von einem bestückten Substrat getrennt werden.

Weiterhin kann, obwohl die vorliegende Beschreibung eine Leiterplatte betrifft, dieselbe Verarbeitung eingesetzt werden, wenn bei dem Gegenstand Kupfer und Harz als Bestandteile vorhanden sind.

Die Abtrennung einer Lotlegierung und eines elektronischen Bauteils von einem bestückten Substrat können auf die gleiche Art und Weise wie voranstehend geschildert durchgeführt werden. Auch die Pyrolyse des Harzbestandteils des bestückten Substrats wird ebenso durchgeführt wie voranstehend geschildert.

Hierbei kann Papier als Teil des Harzes vorhanden sein. Dies gilt für die gesamte Erfindung.

Bei diesem System wird zur wirksamen Trennung der Kupferfolie und des Harzes eine Leiterplatte unter verringertem Druck oder unter nicht-oxidierenden Bedingungen erhitzt, um den Harzbestandteil der Leiterplatte zu Gas, Öl, Karbid oder dergleichen zu pyrolysierten. Die Kupferfolie kann als beinahe reines Metall zurückgewonnen werden. Verunreinigungen wie etwa Karbid und dergleichen, die am Kupfer anhaften, können durch Reinigung, Vibrationen, Schleifen mit feinem Sand je nach Erfordernis entfernt werden. Als Einrichtung kann die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

Figur 23 zeigt schematisch eine Leiterplatte 2300, die einen zu verarbeitenden Gegenstand darstellt. Diese Leiterplatte 2300 weist in Stapelanordnung zwei Schichten auf, eine Kupferfolie 2301 und ein Harz 2302, die übereinander angeordnet sind.

Nachdem eine Leiterplatte 2300 in eine gasdichte Kammer eingebracht wurde, werden die Temperatur, der Druck und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so eingestellt, daß das Kupfer 2301 nicht wesentlich oxidiert wird, um selektiv das Harz 2302 zu pyrolyseren (Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung). Das Zersetzungsgas des Harzes 2302 wird mit einer Kondensationseinrichtung zurückgewonnen.

Dieses Mal wird die Temperatur auf eine Temperatur erhöht (beispielsweise 200 °C), bei welcher das Harz nicht wesentlich oxidiert wird, und dann wird der Druck verringert, oder der Partialdruck von Sauerstoff abgesenkt, und dann die Temperatur weiter erhöht (beispielsweise auf 400 bis 650 °C). Dies wird durchgeführt, um den Temperaturanstiegswirkungsgrad zu verbessern.

Figur 24 zeigt schematisch eine Leiterplatte 2300, nachdem er Harzbestandteil pyrolysiert wurde. Ein erheblicher Anteil des Harzes liegt als Karbid vor.

In diesem Zustand kann das verkohlte Harz 2302 mechanisch abgetrennt werden.

Wenn die Temperatur auf eine Temperatur erhöht wird, die einige zehn Grad höher ist als der Schmelzpunkt von Kupfer, während der Druck oder die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer eingestellt wird, wird das Kupfer 2301 in

flüssigem Zustand zu teilchenförmigem Kupfer 2301b, infolge der freien Oberflächenenergie (Oberflächenspannung) (Figur 25). Bei einer Abkühlung in diesem Zustand lässt sich die Abtrennung und Rückgewinnung von Kupfer einfacher durchführen. Der Schmelzpunkt von Kupfer bei 760 Torr beträgt beispielsweise 1080 °C, aber wenn die Temperatur in der gasdichten Kammer auf 1150 °C erhöht wird (im Falle von 760 Torr), kann Kupfer im teilchenförmigen Zustand erhalten werden.

Auf diese Weise kann durch Erhitzung einer Leiterplatte unter verringertem Druck oder in einer nicht-oxidierenden Atmosphäre praktisch die gesamte Kupferfolie ohne Oxidation zurückgewonnen werden. Hierbei können Verunreinigungen wie etwa Karbid und dergleichen, die der Oberfläche anhaften, durch Reinigung und dergleichen je nach Wunsch entfernt werden.

Durch das Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung kann daher Kupfer abgetrennt und zurückgewonnen werden, im metallischen Zustand, aus dem Gegenstand, in welchem Harz und Metall vereinigt enthalten sind. Weiterhin kann das Harz als Öl oder Karbid zurückgewonnen werden.

(Ausführungsform 16)

Als nächstes wird als Gegenstand eine harzbeschichtete Aluminiumfolie behandelt, bei welcher eine Aluminiumfolie und ein Harz übereinander angeordnet sind, um ein Verarbeitungssystem zu beschreiben.

Eine derartige harzbeschichtete Aluminiumfolie wird häufig eingesetzt, beispielsweise bei Beuteln für Kartoffelchips oder Verpackungsbehältern für Fertigbeutelgerichte wie etwa

Curry, als Verpackungsbehälter für Lebensmittel oder Arzneimittel, und als wärmeisolierendes Material.

Eine derartige harzbeschichtete Aluminiumfolie ist schwierig zu verarbeiten, infolge der Vereinigung eines Harzes und einer Aluminiumfolie, und daher wird sie herkömmlich durch Deponieren oder Verbrennungsverarbeitung verarbeitet. Bei der Verbrennung wird das Aluminium oxidiert, was den Wert als Ressource drastisch verringert.

Infolge des hohen Energieaufwands bei der Herstellung von Aluminium stellt es eine vollständige Energieverschwendug dar, wenn es nicht als Ressource erneut verwendet wird.

Die vorliegende Erfindung dient durch Erhitzung einer harzbeschichteten Aluminiumfolie in der gasdichten Kammer, während die Sauerstoffkonzentration eingestellt wird, zum selektiven Pyrolyseren (Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung) des Harzbestandteils, während der Oxidationszustand von Aluminium im wesentlichen unverändert bleibt.

Um wirksam eine Aluminiumfolie und ein Harz zu trennen wird daher eine harzbeschichtete Aluminiumfolie unter verringertem Druck oder unter nicht-oxidierenden Bedingungen erhitzt, und dann wird das Harz in Gas, Öl, Karbid und dergleichen zersetzt, um zurückgewonnen zu werden.

Die Aluminiumfolie kann als praktisch reines Metall zurückgewonnen werden. Derartige Verunreinigungen wie Karbid, die am Aluminium anhaften, können etwa durch Reinigung, Vibrationen, Schleifen mit kleinen Sandteilchen entfernt werden, je nach Erfordernis.

Bei diesem Verarbeitungssystem wird eine harzbeschichtete Aluminiumfolie, um den Temperaturanstiegswirkungsgrad zu erhöhen, auf eine Temperatur erhitzt, bei welcher das Harz nicht wesentlich oxidiert wird, dann wird der Druck verringert oder der Partialdruck von Sauerstoff abgesenkt, und dann wird die Temperatur weiter erhöht bis zu einer Temperatur, bei welcher der Harzanteil in Gas, Öl, Karbid usw. zerlegt wird, um zurückgewonnen zu werden. Die Aluminiumfolie kann von dem Harz im Zustand eines praktisch reinen Teils abgetrennt werden.

Figur 26 zeigt schematisch eine harzbeschichtete Aluminiumfolie 2600. Ein Harz 2601 und eine Aluminiumfolie 2602 sind verbunden.

Zuerst wird die harzbeschichtete Aluminiumfolie 2600, die einen zu verarbeitenden Gegenstand darstellt, in eine Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung eingebracht.

Daraufhin wird, um den Temperaturanstiegswirkungsgrad der gasdichten Kammer zu erhöhen, nach Erwärmung auf eine Temperatur (beispielsweise 200 °C), bei welcher das Harz 2601 nicht wesentlich oxidiert wird, während die Temperatur- und Druckbedingungen gesteuert werden, die harzbeschichtete Aluminiumfolie 2600 auf 400 bis 650 °C erhitzt (vgl. Figur 18, Figur 19, Figur 29, Figur 30).

Bei einer Temperatur unterhalb von 400 °C ist die Pyrolyse des Harzbestandteils unzureichend, wogegen bei einer Temperatur oberhalb von 650 °C die Aluminiumfolie schmilzt. Auf diese Weise wird der voranstehend geschilderte Temperaturbereich festgelegt.

Vorzugsweise wird das Harz in dem Temperaturbereich von 550 bis 650 °C selektiv unter einem Druck von  $10^{-2}$  Torr oder darunter pyrolysiert (oder in einer nicht-oxidierenden Atmosphäre).

Figur 27 zeigt schematisch einen Zustand einer harzbeschichteten Aluminiumfolie, nachdem der Harzbestandteil 2601 selektiv pyrolysiert wurde, also einen Zustand, in welchem an der Aluminiumfolie 2601 im metallischen Zustand ein Karbid 2602b anhaftet, welches ein Pyrolyseprodukt des Harzes ist. In diesem Zustand kann ein Karbid 2602b einfach von der Aluminiumfolie nur dadurch abgeschält werden, daß es leicht berührt wird. Daher kann die Aluminiumfolie einfach im metallischen Zustand zurückgewonnen werden (vgl. Figur 28).

Weiterhin kann das Zersetzungsgas, welches durch Pyrolyse des Harzes erzeugt wird, durch mehrere Rückgewinnungseinrichtungen entsprechend den Arten der Gase zurückgewonnen werden. Ein Katalysator kann eingesetzt werden.

Beispielsweise Wasserstoffgas kann durch ein Wasserstoffgas absorbierendes Material für die Rückgewinnung absorbiert werden. Chlorgas kann durch eine alkalische Lösung wie beispielsweise NaOH eingefangen werden, um neutralisiert zu werden, oder kann als Eisenchlorid über den Kontakt mit auf hohe Temperatur erhitztem Eisen zurückgewonnen werden.

Hierbei kann ein Abfallgas, beispielsweise nicht zurückgewonnenes Gas, durch Erhitzung auf hohe Temperatur unschädlich gemacht werden. Ein Teil des Harzes wird als Karbid oder Öl zurückgewonnen. Im allgemeinen ist der Harzbestandteil einer harzbeschichteten Aluminiumfolie ein thermisch aushärtendes Harz, und daher kann hiervon ein großer Anteil über Verdampfung, Umwandlung in Öl

zurückgewonnen werden. Ein Karbid des Harzbestandteils ließ sich einfach von der Aluminiumfolie abschälen. Darüber hinaus behielt das Aluminium seine metallischen Eigenschaften bei.

Durch Erhitzung einer harzbeschichteten Aluminiumfolie unter verringertem Druck oder in einer nicht-oxidierenden Atmosphäre kann daher beinahe das gesamte Aluminium ohne Oxidation zurückgewonnen werden. Hierbei können, je nach Erfordernis, Verunreinigungen wie Karbid und dergleichen, die an der Oberfläche anhafteten, durch Reinigung entfernt werden.

Die vorliegende Erfindung wird mit weiteren Einzelheiten unter Bezugnahme auf Figuren beschrieben.

(Ausführungsform 18)

Figur 31 zeigt schematisch ein Beispiel für eine Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

Figur 32 zeigt schematisch den Aufbau einer Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, wie in Figur 31 gezeigt.

Diese Verarbeitungseinrichtung 10 weist einen Pyrolyseofen 20 auf, eine erste Pyrolysevorrichtung, welche einen Gegenstand, der Harz und Metall enthält, bei einer Temperatur pyrolysiert; eine Gaszersetzungsstrecke 30, die so angeordnet ist, daß sie mit dem Pyrolyseofen 2 verbunden ist, und das Abfallgas reformiert oder pyrolysiert, welches von einem Gegenstand erzeugt wird, und zwar bei einer derartigen zweiten Temperatur, daß Dioxine zersetzt werden; einen Kühltrum 40, der eine Kühlvorrichtung darstellt, und so angeordnet ist, daß er mit der Gaszersetzungsstrecke 30 verbunden ist, und das Abfallgas schnell auf eine dritte Temperatur herunterkühlt, um so einen Anstieg der

Dioxinkonzentration in dem Abfallgas zu unterdrücken, welches bei der zweiten Temperatur reformiert wurde; einen Druckverringerungs/Erhitzungsofen 50, der den durch Pyrolyse des Gegenstands erzeugten Rest erhitzt, wobei Feststoffmaterialien von dem Abfallgas und dergleichen unter verringertem Druck abgetrennt werden, um so in dem Rest enthaltene Metalle zu verdampfen; und eine Rückgewinnungskammer 60, welche das aus dem Rest verdampfte Metall kondensiert.

In der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung wird daher ein Gegenstand, der ein Harz und ein Metall enthält, in einen Pyrolyseofen zum Pyrolisieren eingegeben; das Abfallgas, welches vom Gegenstand abgegeben wird, wird so verarbeitet, daß es unschädlich wird, um einen sauberen Brennstoff zu erzeugen, durch ein Abfallgasverarbeitungssystem, bei welchem der Hauptabschnitt aus einer Gaszersetzungsstrecke, einem Kühlturn bestehend; und der Pyrolyserest des Gegenstands, von welchem das Abfallgas abgegeben wird, wird in einen Druckverringerungs/Erhitzungsofen eingebracht, um Metalle abzutrennen und zurückzugewinnen.

Der Pyrolyseofen 20 dient zur Pyrolyse bei einer ersten Temperatur, bei welcher der Gegenstand unter Steuerung der Sauerstoffkonzentration pyrolysiert wird, so daß beispielsweise aus Shredderstaub, Leiterplattenabfall und dergleichen das Abfallgas abgezogen werden kann. Das Abfallgas besteht hierbei im wesentlichen aus Gas, wobei auch solche Fälle nicht ausgeschlossen sind, in welchen Festkörperteilchen, Teilchen im flüssigen Zustand und dergleichen in dem Abfallgas enthalten sind.

Figur 33 zeigt schematisch ein Beispiel für einen Aufbau eines Pyrolyseofens 20. Der Pyrolyseofen 20 besteht aus einer

13.09.93

Pyrolysekammer 21, welche einen Gegenstand pyrolysiert, und einer Verbrennungskammer 22, welche die Pyrolysekammer 21 erhitzt, wobei das Brenngas, welches von dem Brenngasrohr 23 zugeführt wird, in einem Brennraum 24 verbrannt wird, um das Innere der Pyrolysekammer 21 durch diese Verbrennungshitze zu erwärmen.

Der Pyrolyseofen ist mit einer Temperatureinstellvorrichtung und einer Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung versehen, die beide in der Figur nicht gezeigt sind, wodurch das Innere der Pyrolysekammer 21 auf einer ersten Temperatur gehalten wird, und die Sauerstoffkonzentration so eingestellt wird, daß die Pyrolyse in einer reduzierenden Atmosphäre durchgeführt wird.

Als Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung einer ersten Temperatur des Pyrolyseofens 20 können eine Heizvorrichtung und eine Temperaturmeßvorrichtung verwendet werden. Als Heizvorrichtung lassen sich verschiedene Arten von Konvektionsheizung, Strahlungsheizung oder einer Kombination dieser Maßnahmen je nach Erfordernis einsetzen. Beispielsweise kann Widerstandsheizung verwendet werden, oder kann Schweröl oder Leichtöl außerhalb der Kammer verbrannt werden. Nachdem das von dem Harz des Gegenstands abgegebene Gas reformiert, unschädlich gemacht, und neutralisiert wurde, kann das erhaltene Gas als Brenngas als Wärmequelle für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung einschließlich des Pyrolyseofens 20 verwendet werden. Weiterhin kann beispielsweise das reine Brenngas, welches wie voranstehend geschildert erhalten wurde, einem Gasturbinengenerator zugeführt werden, zur Umwandlung in elektrischen Strom, wobei durch diesen elektrischen Strom die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung einschließlich des Pyrolyseofens 20 betrieben werden kann.

15.09.98

Als Temperaturmeßvorrichtung können verschiedene Arten von Temperatursensoren eingesetzt werden. Die erste Temperatur kann auf eine Temperatur eingestellt werden, bei welchem das Harz des Gegenstands pyrolysiert wird, und das Metall des Gegenstands so wenig wie möglich oxidiert wird, jedoch wird, wie nachstehend geschildert wird, um eine Quelle für die Erzeugung von Dioxinen in mehreren Stufen auszuschalten, der Pyrolyseofen 20 vorzugsweise unter reduzierenden Bedingungen betrieben. Beispielsweise durch Pyrolyse aromatischer Kohlenwasserstoffverbindungen, die Chlor enthalten, unter reduzierenden Bedingungen wird das Chlor in den aromatischen Kohlenwasserstoffverbindungen in HCl und dergleichen zerlegt. Daher kann die Erzeugung von Dioxinen unterdrückt werden.

Der Pyrolyseofen 20 ist so ausgelegt, daß er den Gegenstand in einem Temperaturbereich von etwa 250 bis 600 °C pyrolysiert, besonders bevorzugt in dem Bereich von 400 bis 550 °C. Die erste Temperatur kann je nach Erfordernis in Abhängigkeit von den Eigenschaften und dem Aufbau des Gegenstands eingestellt werden. Wird die erste Temperatur des Pyrolyseofens 20 auf eine relativ niedrige Temperatur eingestellt, kann eine Verdampfung eines Schwermetalls des Gegenstands verhindert werden, wodurch eine wirksame Abtrennung und Rückgewinnung in einem Druckverringerungs/Erhitzungsofen 50 durchgeführt werden kann, der in einem späteren Schritt vorgesehen ist. Weiterhin kann die Belastung des Pyrolyseofens 20 verringert werden, was zu einer Verlängerung der Nutzungsdauer führt, und können die Verarbeitungskosten verringert werden.

Eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung kann beispielsweise ein Sauerstoffkonzentrationssensor sein, der eine Sauerstoffkonzentrationsmeßvorrichtung darstellt, und ein Trägergaseinlaßsystem.

Als Sauerstoffkonzentrationssensor kann ein Zirkonoxidsensor verwendet werden, als Beispiel, der Zirkonoxid einsetzt, oder es kann die Absorption von beispielsweise CO und CO<sub>2</sub> mittels Infrarotspektrometrie gemessen werden. Weiterhin kann GC-MS eingesetzt werden, oder eine Kombination dieser Maßnahmen vorgenommen werden, je nach Erfordernissen.

Als Trägergas kann beispielsweise ein Edelgas wie etwa Ar eingesetzt werden. Weiterhin kann durch dieses Trägergas nicht nur die Sauerstoffkonzentration in dem Pyrolyseofen 20 eingestellt werden, sondern kann auch das Gas wirksam in die Gaszerlegungskammer 30 eingeführt werden. Darüber hinaus kann es gleichzeitig als Druckeinstellvorrichtung dienen.

Der Pyrolyseofen 20 muß nur dazu fähig sein, den Gegenstand unter Steuerung der Sauerstoffkonzentration zu pyrolisieren, so daß beispielsweise ein Drehofen verwendet werden kann.

Weiterhin kann als Vorstufe des Pyrolyseofens 20 ein Shredder 25 vorgesehen sein (Figur 40). Der Gegenstand, der von außerhalb der Einrichtung eingebracht wird, wird durch den Shredder zerlegt und sortiert, und kann danach in dem Pyrolyseofen 20 eingegeben werden, oder kann ohne Zerlegung in den Pyrolyseofen 20 eingegeben werden. Handelt es sich beim Gegenstand um eine Abfall-Leiterplatte, so wird er vorzugsweise in den Pyrolyseofen 20 ohne Zerlegung eingebracht.

Im Inneren des Pyrolyseofens 20, in welchen der Gegenstand eingebracht wird, muß der Zustand in Bezug auf die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration nur so eingestellt werden, daß das Metall so wenig wie möglich oxidiert wird, und während der Pyrolyse des Harzes an organische Verbindungen gebundenes Chlor so weit wie möglich anorganisch ausgebildet werden kann. Der Temperatur/Sauerstoffkonzentrationszustand

kann vorher festgelegt werden, oder kann durch Rückkopplung der Meßwerte für die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration an eine Heizvorrichtung bzw. eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung geregelt werden. Wenn die Sauerstoffkonzentration gemessen werden muß, kann beispielsweise ein Zirkonoxidsensor verwendet werden.

Weiterhin kann der Druck in der Pyrolysekammer 21 des Pyrolyseofens 20 gesteuert oder geregelt werden. Wenn beispielsweise im Inneren der Pyrolysekammer 21 der Druck verringert ist, wird auch die Sauerstoffkonzentration verringert, so daß der Gegenstand durch Erhitzung nicht schnell oxidiert wird. Trotz der Erzeugung eines beträchtlichen Ausmaßes an Zersetzungsgas aus dem Harz erzeugt die Zerlegung des Harzes gewöhnlich keinen Sauerstoff. Weiterhin wird das Zersetzungsgas des Harzes ebenfalls einfach verdampft.

Bei einer Druckverringerung wird die Wärmeleitfähigkeit in der Pyrolysekammer 21 gering. Wenn jedoch im Inneren des Pyrolyseofens 20 eine nicht-oxidierende Atmosphäre vorhanden ist, wird selbst unter Atmosphärendruck oder unter Druckbeaufschlagung der Gegenstand nicht oxidiert. Wenn daher im Inneren der Pyrolysekammer 21 eine nicht-oxidierende Atmosphäre herrscht, ist eine Druckbeaufschlagung möglich, und entsprechend kann die Wärmeleitfähigkeit in dem System erhöht werden.

Das ausgebildete Gas, welches von dem Gegenstand abgegeben wird, wird über Rohre in eine Gaszerlegungskammer 30 eingebracht. Bei der in Figur 31 gezeigten Verarbeitungseinrichtung 10 ist zwischen einem Pyrolyseofen 20 und einer Gaszerlegungskammer 30 eine Zyklontrennvorrichtung 29 angeordnet, um Feststoffabfall wie beispielsweise Staub in dem Abfallgas abzutrennen, jedoch

kann die Zyklontrennvorrichtung 29 je nach Erfordernis vorgesehen sein.

Die Gaszerlegungskammer 30 crackt oder reformiert das Abfallgas, welches von dem Gegenstand abgegeben wird, bei einer zweiten Temperatur, die höher als die erste Temperatur ist. Das Cracken, die Pyrolyse oder das Reformieren dient hierbei zur Umwandlung von Verbindungen auf Kohlenwasserstoffgrundlage, die in dem Abfallgas enthalten sind, welches von dem Gegenstand abgegeben wurde, in Wasserstoff, Methan, Kohlenmonoxid und dergleichen mit niedrigem Molekulargewicht. Weiterhin kann eine Hydroreformierung erfolgen. Die Reformierung unter Aufrechterhaltung reduzierender Bedingungen im Inneren des Systems ist unter Berücksichtigung der Ausschaltung einer Erzeugungsquelle für Dioxine vorzuziehen. Wenn im Inneren der Gaszerlegungskammer 30 reduzierende Bedingungen aufrechterhalten werden, kann darüber hinaus eine geringe Luftmenge in die Gaszerlegungskammer 30 eingegeben werden. In der Gaszerlegungskammer 30 kann über die Pyrolyse hinaus zusätzlich beispielsweise ein Katalysator verwendet werden, um eine Zerlegung durch Kontakt zu bewirken. Als Katalysator können beispielsweise Feststoffe wie etwa Silikat/Aluminiumoxid und Zeolit (Alumino-Silikatsalz) verwendet werden, die ein Metall wie beispielsweise Pt, Re und dergleichen tragen.

Durch Bereitstellung der Gaszerlegungskammer 30 unabhängig von dem Pyrolyeofen 20 kann das Abfallgas von dem Gegenstand bei einer zweiten Temperatur verarbeitet werden, die höher als die erste Temperatur ist, und können ein Reformieren des Abfallgases und die Erzeugung von anorganischem Chlor wirksam durchgeführt werden.

Die Gaszerlegungskammer wird vorzugsweise in einem Zustand gehalten, in welchem die Dioxine, welche direkt oder indirekt von dem Gegenstand herrühren, so weit wie möglich zerlegt werden können. Wird beispielsweise die zweite Temperatur auf etwa 800 °C eingestellt, so kann ein ordentlicher Anteil an Dioxinen zerlegt werden. Wird die zweite Temperatur auf 1000 °C oder mehr eingestellt, besonders bevorzugt auf 1200 °C oder mehr, so können die Dioxine noch wirksamer zersetzt werden. Da die Gaszerlegungskammer 30 auf die zweite Temperatur eingestellt wird, bei welcher die Dioxine zerlegt werden können, wird bei dieser zweiten Temperatur in dem Abfallgas enthaltener Kohlenwasserstoff gleichzeitig pyrolysiert.

Die Kohlenwasserstoffverbindungen, die in dem Abfallgas enthalten sind, welches von dem Gegenstand abgegeben wird, werden durch Reformieren in der Gaszerlegungskammer 30 pyrolysiert, und in Wasserstoff, Methan, Kohlenmonoxid mit niedrigem Molekulargewicht umgewandelt.

Wenn Dioxine in dem Abfallgas vorhanden sind, werden diese praktisch vollständig zerlegt. Darüber hinaus wird organisches Chlor in anorganisches umgewandelt, so daß eine erneute Synthese von Dioxinen unterdrückt werden kann.

Figur 34 zeigt schematisch ein Beispiel für den Aufbau der Gaszerlegungskammer 30.

Die in Figur 34(a) dargestellte Gaszerlegungskammer dient, durch Einbringen des Abfallgases von dem Pyrolyseofen 20 und einer kleinen Menge an Luft in die mit Koks gefüllte Kammer dazu, zusätzlich zur Durchführung der Pyrolyse und zum Reformieren des Abfallgases, eine reduzierende Atmosphäre und Temperaturbedingungen herzustellen, in welchen Dioxine zerlegt werden.

Die in Figur 34(b) gezeigte Gaszerlegungskammer dient dazu, nach Erhitzung der Kammer auf eine Temperatur, bei welcher die Dioxine zerlegt werden können, durch Verbrennung eines Brenngases und Luft, durch Einlaß des Abfallgases von dem Pyrolyseofen 20 in die Kammer zur Pyrolyse und zum Reformieren.

In der Kammer der Gaszerlegungskammer 30 kann beispielsweise eine Kontaktzerlegungsvorrichtung vorgesehen sein, beispielsweise wie voranstehend geschildert ein Katalysator.

Weiterhin können je nach Erfordernis eine Temperatureinstellvorrichtung und eine Sauerstoffkonzentrationsmeßvorrichtung, welche die Temperatur bzw. die Sauerstoffkonzentration in der Kammer einstellen, bei der Gaszerlegungskammer 30 vorgesehen sein. Als Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung können der Sauerstoffkonzentrationssensor und das Trägergaseinlaßsystem wie voranstehend geschildert verwendet werden. Weiterhin kann ein Wasserstoffgasvorratsbehälter angeschlossen sein, oder ein Vorratsbehälter für ein Inertgas wie beispielsweise Ar.

Hierdurch kann das Abfallgas, welches in dem Abfallgas enthalten ist, das von dem Gegenstand abgegeben wurde, in Wasserstoff, Methan, Kohlenmonoxid mit niedrigem Molekulargewicht umgewandelt werden, durch die Gaszerlegungskammer 30 oder die zweite Pyrolysevorrichtung.

Das Abfallgas, welches in der Gaszerlegungsvorrichtung 30 pyrolysiert und reformiert wurde, wird in den Kühlurm 40 eingegeben.

Der Kühlurm 40, der mit der Gaszerlegungskammer 30 verbunden ist, kühlt schnell das Abfallgas, welches bei der zweiten

Temperatur reformiert oder pyrolysiert wurde, auf eine dritte Temperatur ab, um so einen Anstieg der Dioxinkonzentration in dem Abfallgas zu unterdrücken.

Die Konzentration an Dioxinen in dem Abfallgas, welches bei der zweiten Temperatur in der Gaszerlegungskammer 30 oder der zweiten Pyrolysevorrichtung reformiert oder pyrolysiert wurde, ist daher bemerkenswert gering, da die zweite Temperatur eine Temperatur ist, bei welcher die Dioxine zersetzt werden können, und Chlor von Kohlenwasserstoffverbindungen, die bei dieser Temperatur zerlegt oder reformiert werden, durch die reduzierende Atmosphäre anorganisch ausgebildet wird. Um daher zu verhindern, daß die Erzeugung oder Resynthese von Dioxinen in diesem Zustand auftritt, also um den Anstieg an Dioxinkonzentration in dem Abfallgas so weit wie möglich zu unterdrücken, wird daher die Temperatur schnell auf die dritte Temperatur abgesenkt. Die dritte Temperatur kann auf eine Temperatur eingestellt werden, bei welcher keine Reaktion von Dioxinen erfolgt.

Durch Quenching aus einem Zustand, in welchem Dioxine in dem Abfallgas (die Temperatur muß nicht unbedingt gleich der zweiten Temperatur der Gaszerlegungskammer 30 sein, sondern kann eine Temperatur sein, die höher als jene, bei welcher die Dioxine zerlegt werden) zerlegt werden, beispielsweise auf 150 °C oder weniger, bevorzugt 100 °C oder weniger, noch bevorzugter 50 °C oder weniger, und besonders bevorzugt 35 °C oder weniger, kann die Erzeugung und Resynthese der Dioxine unterdrückt werden.

In diesem Fall wird vorzugsweise das Abfallgas auf die dritte Temperatur in kürzest möglicher Zeit abgekühlt. Dies liegt daran, daß Dioxine im Temperaturbereich von etwa 200 °C bis 400 °C neu gebildet und durch Resynthese erzeugt werden

können. Durch Verkürzung der Verweilzeit in dem Temperaturbereich, in welchem Dioxine erzeugt werden können, oder durch Resynthese gebildet werden, durch Schnellabkühlung des Abfallgases auf die dritte Temperatur kann die Dioxinkonzentration in dem Abfallgas wirksamer unterdrückt werden.

In dem Kühlurm 40 ist es daher wünschenswert, daß das Abfallgas schnell abgekühlt wird, in weniger als etwa zehn Sekunden.

Ein derartiger Kühlurm 40 kann durch Kontakt durch direktes Aussprühen eines Kühlmittels wie etwa Wasser, eines Kühlöls auf das Abfallgas abkühlen. Wenn in diesem Fall ein alkalisches Pulver wie beispielsweise Kalkpulver ausgesprührt wird, kann das Abfallgas neutralisiert werden. Weiterhin diffundiert beispielsweise HCl in dem Abfallgas in die Feststoffoberfläche über den Kontakt mit Kalkpulver, was zu einer Unterdrückung der Produktion und Resynthese der Dioxine führt.

Figur 35 zeigt schematisch ein Beispiel für den Aufbau eines Kühlurms 40.

Figur 35(a) zeigt einen Aufbau, bei welcher das Abfallgas, das von der Zerlegungskammer 30 eingegeben wird, rektifiziert wird, wobei das Kühlmittel wie beispielsweise Kühlwasser oder Kühlöl direkt ausgesprührt wird, wodurch das Abfallgas auf die dritte Temperatur abgekühlt wird. Figur 35(b) hat einen solchen Aufbau, bei welchem ein Neutralisierungsmittel wie beispielsweise Kalkpulver zusammen mit einem Kühlmittel das Abfallgas neutralisiert wird, und gleichzeitig Chlor in dem Abfallgas gebunden wird, um eine Quelle für Dioxine aus dem Abfallgas auszuschalten.

13.09.98

Weiterhin ist der Kühlurm 40 mit nicht dargestellten Temperatursensoren an dem Einlaßabschnitt für das Abfallgas und dem Auslaßabschnitt für das Kühlgas versehen, und weiterhin mit einer Kühlrateneinstellvorrichtung, beispielsweise einer Einstellvorrichtung für die Flußrate des Kühlmittels oder die Temperatur. Die Kühlrate des Abfallgases wird daher so gesteuert, daß die Produktion und Resynthese von Dioxinen unterdrückt wird.

Das Abfallgas, welches von dem Gegenstand in dem Pyrolyseofen 20 abgegeben wird, wird daher in der Gaszerlegungskammer 30 bei einer Temperatur pyrolysiert oder reformiert, bei welcher Dioxine zerlegt werden, und wird durch den Kühlurm schnell abgekühlt, um so die Erzeugung und Resynthese von Dioxinen zu unterdrücken. Hierdurch wird das Abfallgas in Wasserstoff, Methan, Kohlenmonoxid und dergleichen umgewandelt, und kann die Dioxinkonzentration in dem Abfallgas ebenfalls drastisch verringert werden.

In der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung wird daher die Zersetzung des Gegenstands, die Zersetzung des Abfallgases, welches von dem Gegenstand abgegeben wird, in mehreren Stufen mit einem Pyrolyseofen 20 und einer Gaszerlegungskammer 30 durchgeführt, und kann durch Aufrechterhaltung einer reduzierenden Atmosphäre in diesen Zerlegungsvorrichtungen das Auftreten von Dioxinen unterdrückt werden.

Durch Einstellung der zweiten Temperatur auf 800 °C und der dritten Temperatur auf 150 °C konnte die Dioxinkonzentration in dem Abfallgas auf 0,1 bis 0,5 TEQng/Nm<sup>3</sup> verringert werden.

Durch Einstellung der zweiten Temperatur auf 1150 °C und der dritten Temperatur auf 50 °C konnte sogar die

Dioxinkonzentration in dem Abfallgas auf 0,1 TEQng/Nm<sup>3</sup> oder weniger verringert werden.

Das Abfallgas, welches am Kühlturm 40 abgekühlt wird, kann je nach Erfordernis gereinigt oder entschwefelt werden.

Weiterhin kann das Abfallgas, welches in dem Kühlturm 40 gekühlt wird, in eine Neutralisationsreaktionsfiltervorrichtung eingegeben werden, beispielsweise einem Beutelfilter. Zwischen dem Kühlturm 40 und der Neutralisationsfiltervorrichtung, beispielsweise hydridatisierter Kalk, können Filterhilfsmittel (beispielsweise hochporöse Teilchen wie Zeolit, Aktivkohle, TESHISOUBU, Shirasu-Ballons) in den Fluß des Abfallgases eingesprühnt werden.

Figur 36 zeigt schematisch einen Teil des Aufbaus eines Abfallgasverarbeitungssystems, in welchem ein Beutelfilter 70 hinter dem Kühlturm 40 angeschlossen ist.

Abgegebene Feststoffe, beispielsweise kleine Teilchen von Schwermetallen, die in dem Kühlturm kondensiert wurden, und Feststoffe, die von dem Beutelfilter abgegeben werden, usw. können dadurch verarbeitet werden, daß sie in einen Druckverringerungs/Heizofen 50 eingegeben werden. Selbst wenn Metalle wie Blei, Zinn, Arsen, Cadmium und dergleichen in dem Abfallgas vorhanden sind, können sie daher abgetrennt und zurückgewonnen werden.

So bearbeitetes Abfallgas, welches von dem Gegenstand abgegeben wurde, kann als Wärmequelle verwendet werden, welche den Pyrolyseofen 20 heizt, oder kann einem Gasturbinengenerator für die Elektrizitätserzeugung zugeführt werden. Weiterhin kann diese Elektrizität als Wärmequelle

oder sonstwie bei der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung benutzt werden.

Der Pyrolyserest des Gegenstands, von welchem Abfallgase in dem Pyrolyseofen 20 abgegeben wurden, wird in einen Druckverringerungs/Erhitzungsofen 50 eingegeben. Da organische Bestandteile des Gegenstands in dem Pyrolyseofen 20 zerlegt werden können, der eine erste Pyrolysevorrichtung darstellt, besteht der Pyrolyserest hauptsächlich aus Metall, Karbid oder Glas.

Der Druckverringerungs/Heizofen 50, der Metalle von dem Pyrolyserest, der hier den Gegenstand darstellt, abtrennt und zurückgewinnt, weist einen Spülraum 51, einen ersten gasdichten Raum 52 und einen Kühlraum 53 auf, wobei jeder Raum durch eine Trennwand 54 abgetrennt ist, die geöffnet oder geschlossen werden kann. Weiterhin können der Pyrolyseofen 20 und der erste gasdichte Raum des Druckverringerungs/Heizofens 50 über einen Spülraum 51 verbunden werden.

In dem in Figur 31 dargestellten Druckverringerungs/Heizofen 50 wird der Gegenstand durch Öffnen einer Trennwand 54a in den Spülraum 51 eingebracht. Die Trennwand 54a wird geschlossen, und dann wird das Innere des Spülraums 51 grob evakuiert, durch ein nicht dargestelltes Absaugsystem. Danach wird die Trennwand 54b geöffnet, um den Gegenstand in den ersten gasdichten Raum 52 zu übertragen.

Die Trennwand 54b wird geschlossen, und dann werden der Druck und die Temperatur im Inneren des ersten gasdichten Raums 52 so gesteuert, daß das Metall des Gegenstands im Zustand mit verringertem Druck verdampft wird. Das aus dem Gegenstand verdampfte Metall wird für die Rückgewinnung durch die Rückgewinnungskammer 60 kondensiert. Das Bezugssymbol 55

bezeichnet ein Absaugsystem. Auslaßgas aus dem Absaugsystem kann in die Zerlegungskammer 30 eingegeben werden.

Nach Verdampfung des gewünschten Metalls wird durch Öffnen der Trennwand 54c, welche den Kühlraum 53 abtrennt, der durch ein nicht dargestelltes Absaugsystem unter verringerten Druck gesetzt wird, der Gegenstand zum Kühlraum 53 übertragen.

Die Trennwand 54c wird zur Abkühlung des Gegenstands geschlossen, und wenn ein stabiler Zustand des Gegenstands selbst in Luft erreicht ist, wird der Kühlraum 53 belüftet, um die Trennwand 54d zum Herausziehen des Gegenstands zu öffnen.

Obwohl der Gegenstand aus Karbiden und nicht verdampften Metallen besteht, lassen sich diese Metalle von den Karbiden einfach trennen.

Daher kann gemäß der vorliegenden Erfindung ein Gegenstand, der Harz und Metall aufweist, in hohem Ausmaß recycelt werden, und kann darüber hinaus die Erzeugung von Dioxinen verhindert werden.

(Ausführungsform 19)

Figur 37 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

Figur 38 zeigt schematisch einen Aufbau der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung von Figur 37. Bei dieser Verarbeitungseinrichtung wird ein saurer Bestandteil in dem Abfallgas, welches in dem Külturm 40 abgekühlt wurde, in einem Neutralisierungsreinigungsturm 61 neutralisiert, und wird an einem Entschwefelungsturm 62 entschwefelt, um gereinigt zu werden, was zur Verwendung als

reines Brenngas führt. Das Brenngas wird einem Brennraum 23 des Pyrolyseofens 20 zugeführt, um als Heizbrennstoff des Pyrolyseofens zu dienen, und wird durch ein Aktivkohlefilter 53 gefiltert, um einem Gasturbinengenerator 54 zur Umwandlung in Elektrizität zugeführt zu werden. Das Auspuffgas, welches den Pyrolyseofen 20 erhitzt hat, und das Auspuffgas des Gasturbinengenerators 64 werden bezüglich ihrer Bestandteile überwacht, der Konzentrationen usw., durch GC-MS und dergleichen, und werden nach Bestätigung ihrer Sicherheit in die Luft über einen Schornstein 66 ausgestoßen.

Durch Einsatz einer derartigen Anordnung kann die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung den Gegenstand wirksamer verarbeiten.

Zum Beispiel wird das Abfallgas, welches unschädlich gemacht wird, neutralisiert und gereinigt, um als reines Brenngas zum Erwärmen des Pyrolyseofens verwendet zu werden. Weiterhin kann der Druckverringerungs/Heizofen mit dem elektrischen Strom arbeiten, der von dem Gasturbinengenerator erhalten wird. Oder es kann der elektrische Strom verkauft werden. Die Betriebskosten der Einrichtung können daher auf einen bemerkenswert niedrigen Wert begrenzt werden.

Darüber hinaus ist, da die erste Temperatur in der ersten Pyrolysevorrichtung so niedrig wie 600 °C oder weniger ist, die Lebensdauer des Pyrolyseofens lang, und kann die Wartung vereinfacht werden.

Figur 39 zeigt schematisch ein Beispiel, bei welchem das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verarbeitung von Abfall eingesetzt wird. Die Abfälle werden daher pyrolysiert, das Abfallgas, welches aus dem Abfall ausgestoßen wird, wird in ein reines Brenngas durch ein Abfallgasverarbeitungssystem umgewandelt, und der

Pyrolyserest wird in den Druckverringerungs/Heizofen eingegeben, um als Schwermetall, ein nutzbares Metall, als Aktivkohle zurückgewonnen zu werden.

Figur 40 zeigt schematisch ein Beispiel für einen Aufbau eines Shreddergeräts, welches in der Vorstufe der Verarbeitungseinrichtung vorgesehen werden kann. Hierbei ist ein Shreddergerät gezeigt, welches ein Schrottauto verarbeitet.

Ein Schrottauto wird von einem Shredder zerkleinert, und mittels Magnetismus, den Einsatz von Windkraft und dergleichen in Eisenbestandteile, Nicht-Eisenbestandteile, und Nicht-Metallanteile fraktioniert. Was bei diesem Fraktionierungsschritt übrigbleibt ist der Shredderstaub. Der Shredderstaub enthält Harz (enthält Fasern, Papier), Glas, und verschiedene Arten von Metallen einschließlich Schwermetallen. Durch Einsatz einer derartigen Anordnung, wie sie voranstehend beschrieben wurde, kann der Shredderstaub, für den es bislang keine Verarbeitungstechnik gab, sicher und wirksam verarbeitet werden.

Der Shredderstaub wird in einen Pyrolyseofen 20 geworfen, um bei 400 bis 500 °C pyrolysiert zu werden, das Abfallgas, welches von dem Harzanteil oder dem organischen Bestandteil des Shredderstaubs abgegeben wird, wird in die Gaszerlegungskammer 30 eingebbracht, um bei einer zweiten Temperatur von 1100 °C oder mehr (bevorzugt 1150 °C oder mehr) pyrolysiert zu werden, um so zersetzt zu werden, und schädliches Material wie etwa Dioxine und dergleichen unschädlich zu machen. Dann konnte unmittelbar darauf durch Schnellabkühlung innerhalb von 10 Sekunden in dem Kühlurm 40, bei welchem die dritte Temperatur auf 100 °C oder weniger eingestellt ist (bevorzugt auf 50 °C oder weniger), die Erzeugung von Dioxinen auf einen Wert von 0,1 TEQng/Nm<sup>3</sup> oder

weniger verringert werden. Das Abfallgas von dem Gegenstand, der so verarbeitet wurde, wird durch eine Gasreinigungseinrichtung (Neutralisierungseinrichtung) verarbeitet, und eine Entschwefelungseinrichtung, die zum Entfernen von Zyaniden, Sulfiden, Nitriden dient, um ein reines Brenngas zu erzielen.

Dieses Brenngas kann als eine Wärmequelle des Pyrolyseofens 20 verwendet werden, und kann gleichzeitig in elektrischen Strom durch ein Gasturbinengenerator umgewandelt werden, für den Betrieb des Druckverringerungs/Heizofens 50.

Weiterhin wird der Pyrolyserest des Gegenstands in den Druckverringerungs/Heizofen 50 eingebracht, und wird unter verringertem Druck von  $10^{-1}$  bis  $10^{-3}$  Torr erhitzt. Hierdurch können Metalle wie etwa Pb, Sb, As, Cd, Sn, Zn und dergleichen mit einem Rückgewinnungswirkungsgrad von mehr als 99 % abgetrennt und zurückgewonnen werden. Der Anteil von Pb, Sb, As, Cd, Sn, Zn in dem Gegenstand, der in dem Druckverringerungs/Heizofen 50 verarbeitet wurde, kann auf den Pegel von 0,1 ppm herabgesetzt werden.

Der Eisenanteil, der in dem Gegenstand übrigbleibt, welches in dem Druckverringerungs/Heizofen 50 verarbeitet wurde, kann durch ein Schwerkraftabscheideverfahren, einen Elektromagneten und dergleichen abgetrennt und zurückgewonnen werden, was schließlich zu einem unschädlichen und äußerst reinen Karbid führt. Diese Karbid kann in dem Aktivkohlefilter 63 verwendet werden, oder kann als wirksame Bodenstabilisierung eingesetzt werden.

Gemäß dieser Erfindung kann durch Pyrolyse unter Steuerung der Sauerstoffkonzentration ein elektrisches Haushaltsgerät, Kraftfahrzeuge, Präzisionsinstrumente und dergleichen, oder der Shredderstaub derartiger Abfälle, und nachfolgende

Verarbeitung in dem Abfallgasverarbeitungssystem und dem Pyrolysefestverarbeitungssystem das Abfallgas in reines Brenngas durch Zerlegung, und Umwandlung in unschädliches Material aus dem schädlichen Material wie beispielsweise Dioxine und dergleichen umgewandelt werden. Diese Brenngas kann als Wärmequelle eingesetzt werden, durch Zufuhr in einen Brennraum, beispielsweise einen Pyrolyseofen und dergleichen. Weiterhin kann dieses Brenngas zur Erzeugung von Elektrizität verwendet werden. Verglichen mit einem hydroelektrischen Erzeugungsverfahren, bei welchem die konstante Versorgung mit Elektrizität in dem Zeitraum der Wasserknappheit schwierig ist, wird infolge der Tatsache, da der Shredderstaub in großen Mengen anfällt, und als Ressource kostengünstig ist, eine sehr wirksame Erzeugung der Elektrizität dadurch ermöglicht, daß die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Weiterhin kann die Verarbeitungseinrichtung der vorliegenden Erfindung, die modulartig aufgebaut ist, einem weiten Bereich an Einsatzzwecken entsprechen, der von kleinen Anwendungen bis zu großen Anwendungen führt, oder an jede Verwendung angepaßt werden.

Weiterhin können aus dem Pyrolyserest durch Erhitzung oder Vakuum verschiedene Arten von Metallen in einem äußerst reinen metallischen Zustand abgetrennt und zurückgewonnen werden. Da Schwermetalle von Karbiden entfernt werden, können die Karbide wirksam eingesetzt werden. Da der Zersetzungsofen/Heizofen relativ kleine Abmessungen aufweist, verglichen mit einem Schmelzofen, und Herstellungskosten und der Raum für die Einrichtung entsprechend eingespart werden können, kann er wirksam auf die Abfallverarbeitung im Maßstab einer Stadt oder eines Dorfes reagieren.

Daher kann eine große Menge an Abfall, der schädliche Materialien oder Ressourcenmaterialien enthält, und bei der

Verbrennung schädliche Materialien einschließlich Dioxinen erzeugt, als wiederverwendbare Materialien in einem äußerst reinen Zustand zurückgewonnen werden, ohne die schädlichen Materialien, Schwermetalle, in die Umgebung auszustoßen.

Weiterhin können mit einer Verarbeitungseinrichtung und einem Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung, ohne Erzeugung eines schädlichen Gases, eine Leiterplatte und elektronische Bauteile wie verschiedene Arten von ICs, Widerständen, Kondensatoren und dergleichen einfach von den Abfällen eines bestückten Substrats entfernt werden, und kann gleichzeitig eine Lotlegierung und dergleichen abgetrennt und zurückgewonnen werden.

Zuerst wird ein bestücktes Substrat ohne Zerkleinerung in einen Pyrolyseofen 20 eingegeben, der auf eine erste Temperatur von 250 bis 500 °C eingestellt ist, um zu pyrolyseren. In diesem Fall kann der Druck im Inneren des Pyrolyseofens verringert werden. Das Abfallgas, welches durch die Zersetzung des bestückten Substrats erzeugt wird, wird zur Unterdrückung der Erzeugung schädlicher Materialien wie beispielsweise Dioxinen und dergleichen in eine Gaszersetzungsammer 30 eingegeben, für die Pyrolyse bei 800 °C oder mehr, und wird danach schnell auf 100 °C oder weniger in einem Kühlurm 40 heruntergekühlt. Der Pyrolyserest wird in einen Druckverringerungs/Heizofen 50 eingegeben, woran sich eine Druckverringerung auf etwa  $10^{-3}$  Torr anschließt, und wird dann allmählich bis zu 350 bis 700 °C erwärmt, um die Materialbestandteile von Lotlegierungen zu verdampfen. Daher können Leiterplatten und elektronische Bauteile wie verschiedene Arten von ICs, Widerständen, Kondensatoren und dergleichen abgetrennt werden, und können gleichzeitig Metalle wie beispielsweise verdampftes Blei durch eine Kondensationsvorrichtung

zurückgewonnen werden, die in der Mitte des Rückgewinnungsweges angeordnet ist.

Durch ein derartiges Verfahren wurden die elektronischen Bauteile und die Leiterplatte praktisch vollständig getrennt. Darüber hinaus können niedrig schmelzende Metalle wie beispielsweise schädliches Pb oder dergleichen fast vollständig ausgeschaltet werden (auf den Pegel 0,1 ppm). Das schädliche Material in dem Abfallgas, welches von dem Harzanteil erzeugt wird, weist eine bemerkenswert niedrige Konzentration auf, die beispielsweise für Dioxine auf 0,1 bis 0,5 TEQng/Nm<sup>3</sup> verringert werden kann. Die Leiterplatte, von welcher elektronische Bauteile abgetrennt und von welcher ein Verbindungsmetall entfernt wurde, wurde verkohlt und nahm einem Zustand ein, in dem sie Kupfer für die Verdrahtung enthielt. Schädliche Metalle wie etwa Pb, Sb können von den elektronischen Bauteilen ebenfalls entfernt werden, beispielsweise verschiedenen Arten von ICs, Widerständen, Kondensatoren und dergleichen, und der Harzanteil, beispielsweise ein Formharz, wurde verkohlt und nahm eine Zustand an, in welchem er teilweise Metalle wie Si, Au, In, W, Mo usw. enthielt.

Die verkohlte Leiterplatte, die Kupfer enthält, wird dann weiter in dem Druckverringerungs/Heizofen 50 erhitzt (1050 bis 1200 °C), und die Kupferfolie wird halb geschmolzen, so daß sie in einer kugelähnlichen Form von mehreren mm koaguliert.

Durch Einsatz einer derartigen Verarbeitung ließ sich Kupfer einfach von dem Karbid abtrennen und zurückgewinnen. Die Leiterplatte, die aus diesem Karbid und Kupfermetall besteht, kann durch eine Kalziumkarbonatlösung und dergleichen gereinigt werden, um hochreines Kupfer zurückzugewinnen.

verschiedene Arten elektronischer Bauteile getrennt werden, ohne ein schädliches Material abzugeben, wobei das schädliche Material entfernt ist, und ohne sich auf Handarbeit verlassen zu müssen. Gleichzeitig können verschiedene Arten von Metallen einschließlich Metallbestandteilen von Lotlegierungen verdampft werden, um abgetrennt und zurückgewonnen zu werden. Weiterhin kann Metall wie etwa Kupfer, welches nicht verdampft, mit hoher Reinheit zurückgewonnen werden. Gemäß der vorliegenden Erfindung können Abfälle wie beispielsweise die bestückten Substrate, für die es bislang keine anerkannte wirksame Verarbeitungstechnik gab, als wiederverwendbare Materialien mit hoher Reinheit zurückgewonnen werden, ohne schädliche Materialien oder Schwermetalle in die Umgebung abzugeben.

(Ausführungsform 3)

Als nächstes werden Einzelheiten einer Druckverringerungs/Heizvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben.

Figur 41 zeigt in Perspektivansicht schematisch ein Beispiel für ein Druckverringerungs/Heizgerät, welches für die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist. Durch teilweises Wegschneiden ist die Situation im Inneren dargestellt.

Der Druckverringerungs/Heizofen 100 kann den Pyrolyserest von dem Gegenstand 150 verarbeiten, der Harz und Metall als Bestandteile aufweist, sowie Feststoffabfall und Schlacke, die von dem Abfallgas abgetrennt werden, und weist einen Spülraum 101 auf, einen ersten gasdichten Raum 102, einen zweiten gasdichten Raum 103 und einen Kühlraum 104.

Diese Räume sind jeweils durch Türen 105 getrennt, die Trennwände darstellen, die geöffnet oder geschlossen werden können. Der Außenabschnitt der Einrichtung und der Spülraum 101, der Spülraum 101 und der erste gasdichte Raum 102, der erste gasdichte Raum 102 und der zweite gasdichte Raum 103, der zweite gasdichte Raum 103 und der Kühlraum 104, und der Kühlraum 104 und die Außenseite der Einrichtung sind daher durch Türen 105a, 105b, 105c, 105d bzw. 105e getrennt.

Die Türen 105, welche die jeweiligen Räume trennen, weisen gasdichte und adiathermische Eigenschaften auf, so daß jeder Raum unter Wärme- und Druckgesichtspunkten getrennt ist. Die Wärmebelastung der Türen 105a, 105b ist gering, so daß daher nur eine Gasdichtigkeit erforderlich ist.

An den Spülraum 101 ist ein Absaugsystem 106 angeschlossen. Das Absaugsystem 106 ist mit einer Oldiffusionspumpe 106, einer Booster-Pumper 106b und einer Drehpumpe 106c versehen. Zwischen dem Spülraum 101 und dem Absaugsystem 106 sowie zwischen jeweiligen Vakuumpumpen sind nicht dargestellte Ventile jeweils vorgesehen.

Zwischen dem Spülraum 101 und dem Absaugsystem 106 ist eine Falle 107 angeordnet, um Feuchtigkeit oder Wasserstoffgas auszuschalten, welches von dem Gegenstand 105 durch die Druckverringerung in dem Spülraum 101 und dergleichen abgegeben wird. Selbst wenn daher von dem Gegenstand 150 in dem Spülraum Feuchtigkeit oder Wasserstoffgas abgegeben wird, wird das Absaugsystem 106 hierdurch nicht negativ beeinflußt. Die Falle 107 kann je nach Erfordernis vorgesehen sein.

Der Druck in dem Spülraum 101 wird durch dieses Absaugsystem 106 und ein nicht dargestelltes Vakuummeßgerät eingestellt, welches ein Drucksensor ist. Als Vakuummeßgerät können ein

Bourdon-Rohr, ein Pirani-Meßgerät und dergleichen je nach Erfordernis verwendet werden.

Weiterhin ist an den Spülraum 101 ein Trägergaseinlaßsystem angeschlossen, um die Innenatmosphäre des Spülraums 101 durch das Gas auszutauschen, und bezeichnet das Bezugszeichen 108 ein Trägergaseinlaßventil. Das Trägergaseinlaßsystem ist an einen nicht dargestellten Trägergasvorratsbehälter angeschlossen. Hierbei wird N<sub>2</sub> als Trägergas verwendet, jedoch kann auch ein Edelgas wie beispielsweise Ar eingesetzt werden.

Weiterhin kann durch Bereitstellung einer Heizvorrichtung für den Spülraum 101 der Gegenstand 150 vorher erhitzt werden.

Nachdem der Druck im Spülraum 101 und dem ersten gasdichten Raum 102 ausgeglichen wurde, wird die Tür 105b geöffnet, und wird der Gegenstand 150 in den ersten gasdichten Raum 102 durch eine Stoßvorrichtung 130 transportiert. Obwohl dies nachstehend nicht ausdrücklich erwähnt ist, kann die Tür 105 geöffnet oder geschlossen werden, nachdem die Drucke auf beiden Seiten ausgeglichen wurden, welche durch diese Tür getrennt werden.

Der erste gasdichte Raum 102 ist ein Verarbeitungsraum zur reaktiven Verdampfung, um die Metallbestandteile des Gegenstands 150 von dem Gegenstand 150 zurückzugewinnen.

Der erste gasdichte Raum 102 ist mit einer elektrischen Heizvorrichtung 109 als Heizvorrichtung versehen. Die elektrische Heizvorrichtung kann mit elektrischem Strom von dem Gasturbinengenerator 64 versorgt werden. Die Heizvorrichtung ist nicht auf eine elektrische Heizvorrichtung 109 beschränkt, sondern je nach Erfordernis ausgewählt oder kombiniert werden. Weiterhin kann von

15.11.93

außerhalb der gasdichten Zone aus Gas, Öl und dergleichen verbrannt werden, oder kann zur Erhitzung Induktionsheizung eingesetzt werden. Weiterhin kann Brenngas eingesetzt werden, welches von dem Gegenstand 150 erhalten wird.

Die Temperatur in dem ersten gasdichten Raum 102 wird durch eine elektrische Heizvorrichtung 109 und eine Steuervorrichtung eingestellt, welche die elektrische Heizvorrichtung über einen nicht dargestellten Temperatursensor und durch die Meßwerte von dem Temperatursensor steuert oder regelt. Als Steuervorrichtung kann ein Programm, bei welchem beispielsweise die Meßwerte oder Meßspannungen von dem Temperatursensor Eingangsdaten sind, und die Signale oder die Spannungen, welche die elektrische Eingangsenergie zur elektrischen Heizvorrichtung variieren, Ausgangsdaten sind, in einer elektronischen Rechenvorrichtung vorgesehen sein.

Eine derartige Steuerung kann über eine Analogschaltung durchgeführt werden, oder es betätigt ein Benutzer die Heizvorrichtung entsprechend der Temperatur.

In der Druckverringerungs/Heizeinrichtung, die in Figur 41 gezeigt ist, wird die Temperatur in dem ersten gasdichten Raum 102, zusammen mit dem Druck in dem gasdichten Raum 102, was später beschrieben wird, und weiterhin zusammen mit verschiedenen Bedingungen in dem Spülraum 101, dem zweiten gasdichten Raum 103, dem Kühlraum 104 und dem Öffnen oder Schließen der Trennwände 105, und dem Transport des Gegenstands 150 zusammen durch eine nicht dargestellte Steuervorrichtung gesteuert. Die Steuervorrichtung kann beispielsweise dadurch verwirklicht werden, daß ein Steuerprogramm auf einer elektronischen Recheneinrichtung vorgesehen wird. Auch mit dem ersten gasdichten Raum 102 ist ein Absaugsystem 110 verbunden. Der Aufbau dieses

Absaugsystems ist ebenso wie bei dem Absaugsystem 110 des Spülraums 101.

Der Druck in dem ersten gasdichten Raum 102 wird durch dieses Absaugsystem 110 und ein nicht dargestelltes Vakuummeßgerät eingestellt, welches ein Drucksensor ist. Als Vakuummeßgerät kann, wie voranstehend geschildert, je nach Erfordernis ein Bourdon-Rohr oder ein Pirani-Meßgerät verwendet werden.

Mit dem ersten gasdichten Raum 102 ist ein Trägergaseinlaßsystem verbunden, welches die Sauerstoffkonzentration in diesem Raum einstellt, und das Bezugszeichen 112 bezeichnet ein Trägergaseinlaßventil. Dieses Trägergaseinlaßsystem ist an einen nicht dargestellten Trägergasvorratsbehälter angeschlossen.

Eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung kann je nach Erfordernis vorgesehen sein.

Da die Druckverringerung in dem ersten gasdichten Raum 102 den Temperaturanstiegswirkungsgrad des Gegenstands verringert, wird zuerst bei relativ geringem Unterdruck der Gegenstand erhitzt, während die Sauerstoffkonzentration eingestellt wird, und dann wird der Unterdruck vergrößert. Auf diese Weise kann der Temperaturanstiegswirkungsgrad des Gegenstands gesteigert werden.

Hierbei wird N<sub>2</sub> als Trägergas verwendet, jedoch lässt sich auch beispielsweise ein Edelgas wie etwa Ar einsetzen.

Durch geeigneten Betrieb des Absaugsystems 110 und es Trägergaseinlaßventils 112 kann das Innere des ersten gasdichten Raums unter verringerten oder erhöhten Druck gesetzt werden. Die Druckeinstellvorrichtung dieser Einrichtung kann den Druck im Inneren des Systems im Bereich

von etwa  $10^{-3}$  Torr bis  $4 \times 10^3$  Torr einstellen. Durch Variation der Kapazität und des Volumens des Absaugsystems kann eine weitere Druckverringerung erreicht werden. Darüber hinaus kann durch vorherige Druckbeaufschlagung des Trägergases eine weitere Druckbeaufschlagung durchgeführt werden.

Die Sauerstoffkonzentration in dem ersten gasdichten Raum 102 wird durch ein Trägergaseinlaßventil 112 und einen nicht dargestellten Sauerstoffkonzentrationssensor eingestellt. Als Sauerstoffkonzentrationssensor kann etwa ein Zirkonoxidsensor verwendet werden. Wenn die Temperatur innerhalb des ersten gasdichten Raums 102 zu niedrig ist, als das der Zirkonoxidsensor messen könnte, kann die Temperatur des Gases, welches beispielsweise vom Inneren des ersten gasdichten Raums 102 abgezogen wird, für die Messung auf etwa 773 K eingestellt werden.

Abgesehen von dem Zirkonoxidsensor kann beispielsweise die Sauerstoffkonzentration des Gases im Inneren des Systems durch Infrarotspektrometrie gemessen werden.

Die Sauerstoffkonzentration in dem ersten gasdichten Raum 102 kann durch die Einstellung des Gesamtdrucks innerhalb des Systems eingestellt werden, statt beispielsweise durch das Einlassen eines Trägergases wie etwa N<sub>2</sub>.

Wie voranstehend geschildert können der Druck und die Sauerstoffkonzentration in dem ersten gasdichten Raum 102 auf identische Weise wie die Temperatur gesteuert werden. Beispielsweise kann ein Programm, bei welchem die Meßwerte oder die Meßspannungen von dem Drucksensor und dem Sauerstoffkonzentrationssensor als Eingangsdaten eingegeben werden, und die Signale oder die Spannungen, welche das Ventil des Absaugsystems 110 und ein Trägergaseinlaßventil

112 steuern, ausgegeben werden, in eine elektronische Rechenvorrichtung als Steuervorrichtung vorgesehen sein.

Zwischen dem ersten gasdichten Raum 102 und dem Absaugsystem 110 ist eine Rückgewinnungskammer 111 angeordnet, welche das Metall im gasförmigen Zustand zurückgewinnt, das von dem Gegenstand 150 verdampfte. Die Rückgewinnungskammer 111 kühlt das Metall, welches in der Kammer verdampft wurde, auf den Schmelzpunkt oder darunter ab, damit es kondensiert und zurückgewonnen wird. Im Inneren der Rückgewinnungskammer 111 kann eine Gegenflußanordnung oder beispielsweise eine spiralförmige Anordnung vorgesehen sein. Statt dessen kann zwischen der Rückgewinnungskammer 111 und dem ersten gasdichten Raum 102, zwischen der Rückgewinnungskammer 111 und dem Absaugsystem 110 ein Ventil oder eine Trennwand vorgesehen sein, welches bzw. welche geöffnet oder geschlossen werden kann.

Wenn daher das von dem Gegenstand 150 verdampfte Metall in die Rückgewinnungskammer 111 eingegeben wird, wird die Rückgewinnungskammer 111 geschlossen, um das Metall zum Kondensieren abzukühlen, wodurch es zurückgewonnen wird.

Wenn das schädliche Gas von dem Gegenstand 150 ausgestoßen wird, wird das Abgas des Absaugsystems in das Gaszerlegungsgerät 30 eingegeben, um es unschädlich zu machen. Weiterhin können die den Absaugsystemen 106, 110, 114, 115, die jeweils an einen entsprechenden Raum angeschlossen sind, nachgeschalteten Stufen an die Gaszerlegungseinrichtung 30 angeschlossen sein.

Die Temperatur, der Druck und die Sauerstoffkonzentration in dem ersten gasdichten Raum 102 werden auf die voranstehend geschilderte Weise gesteuert. Daher können die

Metallbestandteile des Gegenstands 105 selektiv verdampft werden, um zurückgewonnen zu werden.

Wenn die Verarbeitung in dem ersten gasdichten Raum 102 beendet ist, wurde ein vorbestimmtes Metall von dem Gegenstand 150 entfernt, aber wenn ein Metall mit höherem Siedepunkt zurückgewonnen werden soll, kann zwischen dem ersten gasdichten Raum 102 und dem Kühlraum 104 ein zweiter gasdichten Raum 103 vorgesehen werden.

In der Druckverringerungs/Heizeinrichtung 100, die bei einer Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist, wird der in dem gasdichten Raum 102 erhitzte Gegenstand 150 in den zweiten gasdichten Raum 103 transportiert, ohne abzukühlen, und daher ist der thermische Wirkungsgrad sehr hoch.

Der zweite gasdichte Raum 103 ist ein Verarbeitungsraum, der weiter die Metallbestandteile des Gegenstands 150 selektiv verdampft und aus dem Gegenstand 150 zurückgewinnt.

Der zweite gasdichte Raum 103 ist mit einer elektrischen Heizvorrichtung 109 als Heizvorrichtung versehen, ebenso wie der erste gasdichte Raum. Die Heizvorrichtung ist nicht auf eine elektrische Heizvorrichtung 109 beschränkt, sondern es kann eine Auswahl oder Kombination je nach Erfordernissen erfolgen.

Wie voranstehend geschildert wird die Temperatur in dem zweiten gasdichten Raum 103 durch eine elektrische Heizvorrichtung 113 und einen nicht dargestellten Temperatursensor gesteuert, ebenso wie im Inneren des ersten gasdichten Raums 102. Die Temperatur in dem zweiten gasdichten Raum 103 wird daher zusammen mit dem Druck und der Sauerstoffkonzentration in dem zweiten gasdichten Raum 103,

und zusammen mit verschiedenen Bedingungen in Bezug auf den Spülraum 101, den ersten gasdichten Raum 102, den Kühlraum 104 und das Öffnen oder Schließen der Trennwände 105 zusammen durch eine nicht dargestellte Steuervorrichtung gesteuert.

Das Absaugsystem 114 ist auch mit dem zweiten gasdichten Raum 103 verbunden. Der Aufbau dieses Absaugsystems ist ebenso wie bei dem Absaugsystem 114 des Spülraums 101.

Der Druck in dem zweiten gasdichten Raum 103 wird durch das Absaugsystem 114 und durch ein nicht dargestelltes Vakuummeßgerät eingestellt, welches ein Drucksensor ist. Als Vakuummeßgerät können je nach Erfordernis, ebenso wie voranstehend, ein Bourdon-Rohr, ein Pirani-Meßgerät und dergleichen verwendet werden.

Mit dem zweiten gasdichten Raum 103 ist ein Trägergaseinlaßsystem verbunden, um die Sauerstoffkonzentration in diesem Raum einzustellen, und das Bezugszeichen 112 bezeichnet ein Trägergaseinlaßventil. Das Trägergaseinlaßsystem ist mit einem nicht dargestellten Trägergasvorratsbehälter verbunden. Hierbei wird N<sub>2</sub> als Trägergas verwendet, jedoch lässt sich beispielsweise ein Edelgas wie etwa Ar einsetzen.

Durch geeigneten Betrieb des Absaugsystems 114 und des Trägergaseinlaßventils 112 kann das Innere des ersten gasdichten Raums unter verringerten oder erhöhten Druck gesetzt werden. Bei dieser Einrichtung kann der Druck in dem System in dem Bereich von  $10^{-3}$  Torr bis  $4 \times 10^3$  Torr eingestellt werden. Durch Änderung der Kapazität und des Volumens des Absaugsystems kann eine weitere Druckverringerung erreicht werden. Weiterhin lässt sich durch vorherige Druckbeaufschlagung des Trägergases eine weitere Druckbeaufschlagung erreichen.

Entsprechend der Druckverringerung im Inneren des zweiten gasdichten Raums 103 nimmt der Dampfdruck (Siedepunkt) eines Metallbestandteils des Gegenstands 150 ab, wodurch das Metall bei einer niedrigeren Temperatur verdampft werden kann. Die Kapazität der Heizvorrichtung und der Absaugvorrichtung, die für den zweiten gasdichten Raum 103 vorgesehen sind, kann daher entsprechend der Art des Metalls geändert werden, welches von dem Gegenstand 150 abgetrennt und zurückgewonnen werden soll. Um beispielsweise das Innere des zweiten gasdichten Raums 103 auf eine noch höhere Temperatur zu erhöhen, kann eine Induktionsheizvorrichtung vorgesehen sein. Zusätzlich kann beispielsweise zur Druckverringerung im Inneren des zweiten gasdichten Raums 103 auf einen noch niedrigeren Unterdruck eine Vakuumpumpe mit hoher Kapazität und großem Saugvermögen verwendet werden. Abhängig vom Volumen des zweiten gasdichten Raums 103 kann eine Ionengetterpumpe, eine Turbomolekularpumpe und dergleichen verwendet werden, um einen noch niedrigeren Enddruck zu erreichen.

Da der Druck im Inneren des Systems ausreichend niedrig ist, ist die Sauerstoffkonzentration in dem zweiten gasdichten Raum 103 ausreichend niedrig, selbst ohne besonders eingestellt zu werden. Obwohl eine aktive Einstellung nicht erforderlich ist, kann dann, wenn die Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung vorgesehen ist, sie ebenso vorgesehen sein wie bei dem ersten gasdichten Raum 102.

Weiterhin ist bei dem in Figur 41 dargestellten Druckverringerungs/Heizerät 100 eine Anordnung dargestellt, bei welcher ein Raum, nämlich der zweite gasdichte Raum 103 vorgesehen ist, jedoch können auch mehrere zweite gasdichte Räume 103 zur Verfügung gestellt werden. Werden mehrere

zweite gasdichte Räume 103 vorgesehen, die sich in Bezug auf ihren Innentemperaturzustand und den Druckzustand unterscheiden, können mehrere Metalle, die sich in Bezug auf ihre Dampfdrucke unterscheiden, zur Rückgewinnung aus dem Gegenstand 150 verdampft werden.

Wenn es nicht erforderlich ist, die Metalle elementweise von dem Gegenstand 150 abzutrennen und zurückzugewinnen, so können mehrere Metalle aus dem Gegenstand 150 für die Rückgewinnung verdampft werden. Wenn beispielsweise eine Pb-Sn-Legierung von dem Gegenstand entfernt wird, können durch Erhitzung auf eine Temperatur, bei welcher Pb und Sn bei dem im Inneren des zweiten gasdichten Raums 103 herrschenden Druck verdampfen, Pb und Sn zurückgewonnen werden. Selbstverständlich kann durch selektive Verdampfung von Pb und Sn jedes Metall zurückgewonnen werden.

Zwischen dem zweiten gasdichten Raum 103 und dem Absaugsystem 114 ist eine Rückgewinnungskammer 115 angeordnet, welche gasförmige Metalle zurückgewinnt, die aus dem Gegenstand 150 verdampften. Diese Rückgewinnungskammer kühlt die in der Kammer verdampften Metalle unterhalb ihrer Schmelzpunkte ab, damit sie kondensieren und zurückgewonnen werden. Das Innere der Kammer kann so aufgebaut sein, daß eine Gegenflußanordnung oder eine Spiralanordnung vorgesehen ist. Statt dessen kann zwischen der Rückgewinnungskammer 115 und den zweiten gasdichten Raum 103, zwischen der Rückgewinnungskammer 115 und dem Absaugsystem 114 ein Ventil oder eine Trennwand vorgesehen sein, welches bzw. welche geöffnet oder geschlossen werden kann. Wenn die Metalle, die aus dem Gegenstand 150 verdampften, in die Rückgewinnungskammer 115 eingegeben werden, wird daher die Rückgewinnungskammer 115 geschlossen, um die Metalle abzukühlen und kondensieren zu lassen, wodurch sie zurückgewonnen werden.

15.09.98

Ob die verdampften Metalle kontinuierlich kondensieren und zurückgewonnen werden, oder durch portionsweise Verarbeitung kondensieren und zurückgewonnen werden, wird der Rückgewinnungswirkungsgrad desto mehr verbessert, je länger die Aufenthaltszeit der verdampften Metalle in der Rückgewinnungskammer 115 ist.

Weiterhin kann N<sub>2</sub> oder ein Edelgas in den zweiten gasdichten Raum 103 als ein Trägergas eingelassen werden. Die verdampften Metalle werden wirksam der Rückgewinnungskammer zusammen mit dem Trägergas zugeführt.

Der zweite gasdichte Raum 103 kann mit mehreren Rückgewinnungskammern 115 versehen sein. Dasselbe Metall kann durch die mehreren Rückgewinnungskammern 115 zurückgewonnen werden, oder es können mehrere Metalle selektiv durch stufenweise Einstellung der Temperatur und des Drucks in dem zweiten gasdichten Raum 103 verdampft werden, und dadurch zurückgewonnen werden, daß zwischen den mehreren Rückgewinnungskammern 115 umgeschaltet wird.

Die Temperatur, der Druck und die Sauerstoffkonzentration in dem zweiten gasdichten Raum 103 werden auf die voranstehend geschilderte Weise gesteuert. Durch Verdampfung der Metallbestandteile des Gegenstands 150 entsprechend ihren Dampfdrucken können die in ihrem metallischen Zustand in der Rückgewinnungskammer 115 zurückgewonnen werden.

Weiterhin können abhängig vom Ausmaß der Zersetzung der Harzbestandteile des Gegenstands 150 in der ersten Pyrolysevorrichtung die Harzbestandteile das Zersetzungproduktgas und dergleichen abgeben. Ein derartiges Zersetzungproduktgas kann dadurch verarbeitet werden, daß

DE 197 81 654 T1  
15.09.98

197

sie mit der Rückgewinnungskammer 115 nachgeschaltete Stufe mit der Gaszerlegungseinrichtung 30 verbunden wird.

Selbst in dem zweiten gasdichten Raum 103 kann daher das vorbestimmte Metall verdampft und aus dem Gegenstand 150 zurückgewonnen werden.

Wenn der Gegenstand 150 direkt nach außerhalb der Einrichtung 100 aus dem zweiten gasdichten Raum 103 herausgezogen wird, so ist es wahrscheinlich, daß der Gegenstand 150 schnell oxidiert wird. Da es unvermeidlich erforderlich ist, im Inneren des zweiten gasdichten Raums 103 Atmosphärendruck wiederherzustellen, ist dies unbequem unter Berücksichtigung der Aufrechterhaltung der Gasdichtigkeit des zweiten gasdichten Raums 103. Daher ist in der in Figur 41 dargestellten Druckverringerungs/Heizeinrichtung 100 ein Kühlraum 104 hinter dem zweiten gasdichten Raum 103 vorgesehen.

Der Kühlraum ist mit einer Druckeinstellvorrichtung und einer Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung ebenso wie beim Spülraum 101, dem ersten gasdichten Raum 102 und dem zweiten gasdichten Raum 103 versehen. Daher ist das Absaugsystem 116 ebenso wie voranstehend geschildert aufgebaut, und ist ein Trägergaseinlaßventil 117 vorgesehen.

Der Gegenstand 150, von welchem ein vorbestimmtes Metall in dem zweiten gasdichten Raum 103 entfernt wurde, wird zum Kühlraum 104 transportiert, um unter Bedingungen abzukühlen, unter welchen der Druck und die Sauerstoffkonzentration eingestellt werden. Das Trägergas stellt nicht nur die Sauerstoffkonzentration ein, sondern arbeitet auch als Külgas für den Gegenstand 150.

Zwischen dem Kühlraum 104 und dem Absaugsystem 116 kann eine Falle 118 angeordnet sein, welche das Gas ausschaltet, das von dem Gegenstand infolge einer vorbereitenden Erhitzung abgegeben wird.

Nachdem der Gegenstand 150 in dem Kühlraum 104 ausreichend abgekühlt ist, wird der Gegenstand nach außerhalb des Gerätes verbracht.

Hierbei können das Zuführen und das Herausnehmen des Gegenstands 150 in die Druckverringerungs/Heizeinrichtung 100 und aus dieser heraus sowie der Transport des Gegenstands 150 zwischen jeweiligen Räumen durch eine Stoßvorrichtung 130 und eine Ziehvorrichtung 131 erfolgen.

Die Betätigung der Stoßvorrichtung 130 und der Zugvorrichtung 131 kann zusammen mit dem Öffnen und Schließen der Trennwand 105 durch die voranstehend geschilderte, nicht dargestellte Steuervorrichtung erfolgen.

Figur 42 zeigt schematisch eine Druckverringerungs/Heizeinrichtung, die bei der in Figur 41 dargestellten Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist.

Signale von einem Drucksensor 202a in dem Spülraum 101, einem Temperatursensor 201a, einem Drucksensor 202b, einem Sauerstoffkonzentrationssensor 203 in dem ersten gasdichten Raum 102, einem Temperatursensor 201c, einem Drucksensor 202c in dem zweiten gasdichten Raum 103, einem Drucksensor 202d in dem Kühlraum 104, die sämtlich in Figur 41 nicht gezeigt sind, werden an ein Steuerfeld 200 übertragen, welches eine Steuervorrichtung bildet. Die Steuervorrichtung kann so ausgebildet sein, daß ein Programm bei einer elektronischen Recheneinrichtung vorgesehen wird.

DE 197 81 654 T1  
151198

199

Zusätzlich steuert die Steuervorrichtung die Heizvorrichtung, die Druckeinstellvorrichtung und die Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung entsprechend den Zuständen in den jeweiligen Räumen der Einrichtung. Weiterhin kann durch diese Steuervorrichtung das Öffnen oder Schließen der Trennwand 105 und der Transport des Gegenstands 150 durch die Stoßvorrichtung 130 und die Zugvorrichtung 131 durchgeführt werden. Das Bezugszeichen 210 bezeichnet einen Monitor, welcher einem Benutzer den Zustand bezüglich der Temperatur, des Drucks, und der Sauerstoffkonzentration der jeweiligen Räume anzeigt, oder den Öffnungs- oder Schließzustand der Trennwand 105. Weiterhin bezeichnet das Bezugszeichen 211 ein Abfallgasverarbeitungssystem, welches das voranstehend geschilderte Abfallgas verarbeitet.

(Ausführungsform 4)

Figur 43 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel für eine Druckverringerungs/Heizeinrichtung, die bei der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist. Der Zustand im Inneren ist durch teilweises Abschneiden dargestellt. Auch diese Druckverringerungs/Heizeinrichtung 300 verarbeitet den Pyrolyserest und dergleichen eines Gegenstands 350, welche Harz und Metall als Bestandteile aufweist.

Die Druckverringerungs/Heizeinrichtung 300 besteht aus einem Spülraum 301, einem gasdichten Raum 302 und einem Kühlraum 303. Der gasdichte Raum 300 hat die kombinierte Funktion sowohl des ersten gasdichten Raums 102 als auch des zweiten gasdichten Raums 103 der in Figur 41 dargestellten Druckverringerungs/Heizeinrichtung 100.

In dem gasdichten Raum 302 wird daher zuerst das vorbestimmte Metall von dem Gegenstand 350 abgetrennt und zurückgewonnen, und dann wird in demselben gasdichten Raum 302 ein anderes Metall abgetrennt und zurückgewonnen.

Der gasdichte Raum 302 ist mit einer Temperaturreinstellvorrichtung, einer Druckeinstellvorrichtung und einer Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung versehen, jedoch kann die Sauerstoffkonzentration wie voranstehend geschildert auch durch den Gesamtdruck in dem gasdichten Raum 302 eingestellt werden.

Die Temperaturreinstellung in dem gasdichten Raum 302 kann durch eine elektrische Heizvorrichtung 309 und einen nicht dargestellten Temperatursensor durchgeführt werden.

Die Druckeinstellung in dem gasdichten Raum 302 kann durch Absaugsysteme 310, 314 und ein Trägergaseinlaßsystem und einen nicht dargestellten Drucksensor durchgeführt werden. Das Bezugszeichen 312 bezeichnet ein Trägergaseinlaßventil.

Zwischen dem gasdichten Raum 302 und dem Absaugsystem 310 ist eine Rückgewinnungskammer 311 angeordnet, welche eine Kondensations/Rückgewinnungsvorrichtung darstellt, die das von dem Gegenstand 350 verdampfte Metall zurückgewinnt. Weiterhin ist zwischen dem gasdichten Raum 302 und dem Absaugsystem 314 eine Rückgewinnungskammer 315 angeordnet, welche eine Kondensations/Rückgewinnungsvorrichtung darstellt, die das Gas eines anderen Metallbestandteils zurückgewinnt, welche aus dem Objekt 350 verdampfte. Wenn die Verdampfung des Metallbestandteils des Gegenstands nicht erforderlich ist, können mehrere Rückgewinnungskammern 311 vorgesehen sein.

Der Spülraum 301, der Kühlraum 303, die Trennwand 305, das Trägergaseinlaßsystem, die Stoßvorrichtung 330, die Zugvorrichtung 331 sind ebenso ausgebildet wie bei der in Figur 41 dargestellten Druckverringerungs/Heizeinrichtung 100. Weiterhin kann die Steuervorrichtung ebenso ausgebildet sein.

Die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung kann daher durch Vereinigung eines Abschnitts, welcher den Harzbestandteil des Gegenstands pyrolysiert, und eines Abschnitts, der den Metallbestandteil von dem Gegenstand abtrennt und zurückgewinnt, dessen Harz pyrolysiert wurde, bezüglich des Anwendungsbereiches für verarbeitbare Gegenstände wesentlich erweitert werden. Ein Gegenstand, bei welchem die Verarbeitung bislang schwierig war, und für welchen eine wirksame, sichere Verarbeitungstechnik noch nicht entwickelt wurde, beispielsweise Abfall-Leiterplatten, Abfälle elektrischer Haushaltsgeräte, oder Shredderstaub können ebenfalls verarbeitet werden.

Beispielsweise kann bei der Verarbeitung der harzbeschichteten Aluminiumfolie durch Pyrolyse des Harzanteils unter einer gesteuerten Atmosphäre Aluminium im metallischen Zustand zurückgewonnen werden.

Weiterhin kann ein bestücktes Substrat, bei welchem die elektronischen Bauteile auf einem Substrat angebracht sind, nach der Verdampfung einer Lotlegierung für die Rückgewinnung verarbeitet werden, wodurch das Substrat und das elektronische Bauteil getrennt werden.

(Ausführungsform 5)

Figur 44 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel für die Druckverringerungs/Heizeinrichtung, die bei der

15.09.93

Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist.

Die Druckverringerungs/Heizeinrichtung 400 ist mit einem ersten gasdichten Raum 401 und einem zweiten gasdichten Raum 402 versehen. Der erste gasdichte Raum 401 weist eine nicht dargestellte Temperatureinstellvorrichtung auf, und ist an ein Absaugsystem 403 und eine Rückgewinnungskammer 404 angeschlossen. Der zweite gasdichte Raum ist mit einer nicht dargestellten Temperatureinstellvorrichtung versehen, und ist an ein Absaugsystem 405 und eine Rückgewinnungskammer 406 angeschlossen. Weiterhin sind mit dem ersten gasdichten Raum 401 und dem zweiten gasdichten Raum 402 Trägergaseinlaßsysteme 407 verbunden, um durch Druckbeaufschlagung die Sauerstoffkonzentration in dem gasdichten Raum einzustellen. Das Bezugszeichen 408 bezeichnet einen Trägergasvorratsbehälter.

Der Pyrolyserest und dergleichen des Gegenstands, welcher Harz und Metall aufweist, wird daher im ersten gasdichten Raum 401 unter verringertem Druck erhitzt, und die verdampften Metalle werden in der Rückgewinnungskammer 404 zurückgewonnen. Hierbei wird durch Einstellung der Temperatur, des Drucks und der Sauerstoffkonzentration in dem ersten gasdichten Raum 401 mit der voranstehend geschilderten Steuervorrichtung und dergleichen das gewünschte Metall verdampft, während der Zustand anderer Metallbestandteile des Objekts beibehalten wird.

In dem zweiten gasdichten Raum 402 wird durch Einstellung der Temperatur und des Drucks im Inneren, um einen anderen Metallbestandteil zu verdampfen, das Metall in der Rückgewinnungskammer 406 zurückgewonnen. Die Temperatur und der Druck in dem zweiten gasdichten Raum 402 können ebenfalls

mit der gleichen Steuervorrichtung wie beim ersten gasdichten Raum 401 eingestellt werden.

Vor dem ersten gasdichten Raum 401 oder hinter dem zweiten gasdichten Raum 402 kann ein Spülraum vorgesehen sein.

(Ausführungsform 6)

Figur 45 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel für die Druckverringerungs/Heizeinrichtung, die bei der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist.

Diese Druckverringerungs/Heizeinrichtung 500 verarbeitet den Gegenstand, der Harz und Metall als Bestandteile aufweist, und ist mit einem Spülraum 501 versehen, einem ersten gasdichten Raum 502, einem zweiten gasdichten Raum 503, einem dritten gasdichten Raum 504 und einem Kühlraum 505.

Der Spülraum 501 ist an eine Falle 506 und ein Absaugsystem 507 angeschlossen. Der erste gasdichte Raum 502 ist mit einer Rückgewinnungskammer 508 und einem Absaugsystem 509 verbunden. Der zweite gasdichte Raum 503 ist mit einer Rückgewinnungskammer 510 und einem Absaugsystem 511 verbunden. Der dritte gasdichte Raum 504 ist an eine Rückgewinnungskammer 512 und ein Absaugsystem 513 angeschlossen. Der Kühlraum 505 ist mit einer Falle 514 und einem Absaugsystem 515 verbunden. Der erste gasdichte Raum 502, der zweite gasdichte Raum 503, der dritte gasdichte Raum 504 sind mit nicht dargestellten Temperaturreinstellvorrichtungen versehen. Das Bezugszeichen 516 bezeichnet ein Träergaseinlaßsystem, und das Bezugszeichen 517 einen Träergasvorratsbehälter.

Weiterhin ist der erste gasdichte Raum 502 mit einem nicht dargestellten Sauerstoffkonzentrationssensor versehen, und kann die Sauerstoffkonzentration in dem System unabhängig von dem Gesamtdruck eingestellt werden.

Die Druckverringerungs/Heizeinrichtung 500 weist daher mehrere Verarbeitungsräume auf, welche die Metallbestandteile des Gegenstands verdampfen. Selbst wenn der Gegenstand mehrere Metallbestandteile enthält, können diese in dem zweiten gasdichten Raum 503 und dem dritten gasdichten Raum 504 jeweils selektiv verdampft werden, um zurückgewonnen zu werden.

(Ausführungsform 7)

Figur 46 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel für die Druckverringerung/Heizeinrichtung, die bei der Druckverringerungs/Heizeinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist.

Die Druckverringerungs/Heizeinrichtung 600 ist eine Einrichtung, welche den Pyrolyserest des Gegenstands verarbeiten kann, der Harz und Metall als Bestandteile aufweist. Bei dieser Druckverringerungs/Heizeinrichtung 600 sind mehrere Rückgewinnungssysteme an eine gasdichte Kammer 601 angeschlossen, und zwischen den Rückgewinnungssystemen wird umgeschaltet, um eine Behandlung entsprechend der Temperatur, dem Druck und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer 601 durchzuführen.

(Ausführungsform 8)

Figur 47 zeigt schematisch den Aufbau eines Steuersystems 610 zur Einstellung der Temperatur, des Drucks und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer 601. Wie

DE 197.81.654 T1  
D 09.03

205

voranstehend geschildert können die gesamte Steuervorrichtung 611 oder ein Teil davon beispielsweise als ein Steuerprogramm bei einer elektronischen Rechenvorrichtung ausgebildet sein, um die Einrichtung zu steuern.

Mit der gasdichten Kammer 601 sind mehrere Systeme der Rückgewinnungskammern 602 verbunden, um das Gas des verdampften Metallbestandteils des Gegenstands zurückgewinnen, wobei die jeweilige Rückgewinnungskammer 602 mit dem Absaugsystem 603 verbunden ist.

Mit der gasdichten Kammer 601 sind mehrere Systeme der Rückgewinnungskammern 605 verbunden, um den Metallbestandteil des Gegenstands zurückgewinnen, der in der gasdichten Kammer 602 verdampft wurde, wobei die jeweilige Rückgewinnungskammer mit dem Absaugsystem 606 verbunden ist.

Dasselbe Metall kann durch die mehreren Systeme der Rückgewinnungskammern 605 zurückgewonnen werden, die mit der gasdichten Kammer 601 verbunden sind. Durch Umschaltung entsprechend der Temperatur und dem Druckzustand in der gasdichten Kammer 601 können mehrere Metalle mit unterschiedlichen Dampfdrucken (Siedepunkten) jeweils zurückgewonnen werden.

Weiterhin ist ein Trägergaseinlaßsystem an die gasdichte Kammer 601 angeschlossen. Das Bezugszeichen 607 bezeichnet einen Trägergasvorratsbehälter. Durch Einlaß eines Trägergases wie etwa N<sub>2</sub>, Ar kann die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer 601 unabhängig vom Gesamtdruck eingestellt werden. Durch Einlaß eines Trägergases, welches vorher druckbeaufschlagt wurde, kann darüber hinaus das Innere der gasdichten Kammer 601 unter Druck gesetzt werden.

Durch Erhitzung des Gegenstands in einer nicht-oxidierenden Atmosphäre kann der Temperaturanstiegswirkungsgrad des Gegenstands gesteigert werden.

Weiterhin kann die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer 601 über den Gesamtdruck gesteuert werden.

(Ausführungsform 9)

Figur 48 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel für das Rückgewinnungssystem der Druckverringerungs/Heizeinrichtung, die bei der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist.

Die Druckverringerungs/Heizeinrichtung weist den gleichen Aufbau wie die in Figur 46 dargestellte Druckverringerungs/Heizeinrichtung auf, jedoch sind andere Abschnitte als das Rückgewinnungssystem in der Figur weggelassen.

Ein Rückgewinnungsraum 611 ist so angeordnet, daß er von einer gasdichten Kammer 601 durch eine Trennwand 610 getrennt ist, die geöffnet oder geschlossen werden kann. Der Rückgewinnungsraum 611 ist mit einer nicht dargestellten Temperatureinstellvorrichtung versehen. An den Rückgewinnungsraum 611 kann ein Träergaseinlaßsystem angeschlossen werden.

Weiterhin sind eine Rückgewinnungskammer 605 und ein Absaugsystem 606 mit dem Rückgewinnungsraum 611 verbunden.

Wenn im Inneren der gasdichten Kammer 611 der Temperatur- und Druckzustand erreicht sind, bei welchem das vorbestimmte Metall verdampft werden kann, wird die Trennwand 610 geöffnet, um den Gegenstand 612 in dem Rückgewinnungsraum 611

15.09.98

einzubringen, und dann wird die Trennwand 610 geschlossen. Während der Temperatur- und Druckzustand beibehalten wird, kann das durch die Rückgewinnungskammer 605 verdampfte Metall für die Rückgewinnung kondensiert werden.

Wenn ein derartiger Rückgewinnungsraum 611 vorgesehen ist, können selbst während der Rückgewinnung des Metalls von dem Gegenstand im Rückgewinnungsraum 611 derartige Bedingungen wie die Temperatur, der Druck, und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer 601 unabhängig von jenen in dem Rückgewinnungsraum 611 gesteuert werden. Der Betriebswirkungsgrad der Einrichtung kann daher verbessert werden.

Ein derartiger Rückgewinnungsraum kann bei der Druckverringerungs/Heizeinrichtung vorgesehen sein, wie beispielsweise in Figur 41, Figur 43, Figur 44 oder Figur 45 gezeigt ist.

Figur 49 zeigt schematisch ein Rückgewinnungssystem mit einem Rückgewinnungsraum 911, welches an die beispielsweise in Figur 41 dargestellte Druckverringerungs/Heizeinrichtung 100 angeschlossen ist.

Der Rückgewinnungsraum 901 ist an den zweiten gasdichten Raum 103 der Druckverringerungs/Heizeinrichtung 100 angeschlossen, und der zweite gasdichte Raum 103 und der Rückgewinnungsraum 901 sind durch eine Trennwand 902 getrennt, die geöffnet oder geschlossen werden kann. Der Rückgewinnungsraum 901 weist eine nicht dargestellte Temperatureinstellvorrichtung auf. Auch ein Trägergaseinlaßsystem kann angeschlossen sein. Mit dem Rückgewinnungsraum 901 sind eine Rückgewinnungskammer 115 und ein Absaugsystem 114 verbunden. Weiterhin können eine Rückgewinnungskammer 115 und ein Absaugsystem 114 parallel zum Rückgewinnungsraum 911 angeschlossen sein.

15.09.98

(Ausführungsform 10)

Die Figuren 50 und 51 zeigen schematisch ein Beispiel für einen Aufbau der Rückgewinnungskammer.

Figur 50 zeigt eine Rückgewinnungskammer mit Gegenflußanordnung, und Figur 51 zeigt eine Rückgewinnungskammer mit Zyklonanordnung. Die Rückgewinnungskammer muß nur das Metall kondensieren, welches aus dem Gegenstand verdampfte. Weiterhin können diese Kammern als mehrere Stufen geschaltet sein. Figur 42 zeigt schematisch ein Beispiel für den Aufbau einer Auslaßgasverarbeitungseinrichtung, welche das Abfallgas verarbeitet, das von dem Gegenstand abgegeben wurde, und nicht durch die Rückgewinnungskammer und dergleichen zurückgewonnen wurde. Hinter der Rückgewinnungskammer oder dem Rückgewinnungssystem wie etwa der Rückgewinnungskammer sind mehrere Abfallgasverarbeitungsfilter 1201, Filter 1202 angeschlossen, um Rauch zu entfernen, sowie Filter 1203, um Gerüche zu entfernen. Abgesehen hiervon kann beispielsweise eine Alkalifalle vorgesehen sein, welche Halogengas zurückgewinnt, oder eine Zersetzungseinrichtung für halogenierte Kohlenwasserstoffe, welche einen Katalysator verwendet.

Die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung kann daher den Harzbestandteil abtrennen und zurückgewinnen, durch Zerlegung (Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung), und den Metallbestandteil durch Verdampfung, jeweils von einem Gegenstand, welcher Harz und Metall als Bestandteile aufweist.

(Ausführungsform 11)

Als nächstes wird ein Bearbeitungsvorgang beschrieben, bei welchem Blei von einem Gegenstand entfernt wird, der Blei und Harz als Bestandteile aufweist.

Die vorliegende Erfindung kann wirksam einen Gegenstand verarbeiten, bei welchem Blei und Harz zumindest als Teil der Bestandteile verwendet werden. Beispielsweise kann Blei von einem elektronischen Bauteil eines elektronischen Instruments oder eines Kraftfahrzeugs entfernt werden, bei welchem beispielsweise eine bleihaltige Legierung wie etwa eine Legierung auf Pb-Sn-Grundlage und dergleichen verwendet wird.

Bei der vorliegenden Erfindung wird zuerst mit einer ersten Pyrolysevorrichtung ein Harzabschnitt pyrolysiert, etwa als Verdampfung, Umwandlung in Öl, oder Verkohlung, und dann wird aus dem Pyrolyserest Blei zur Abtrennung verdampft. Das verdampfte Blei kann zurückgewonnen werden. Für diese Einrichtung kann die voranstehend geschilderte Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

Zuerst wird der Gegenstand so pyrolysiert, daß das Blei des Gegenstands so wenig wie möglich oxydiert wird, und so wenig wie möglich verdampft wird.

Das Harz beginnt bei etwa 50°C herum zu schmelzen, und hält man es auf etwa 200 bis 600°C, so wird Kohlenwasserstoffgas infolge der Zersetzung abgegeben, welches hauptsächlich aus C<sub>1</sub> bis C<sub>8</sub> besteht. Das Abfallgas, nämlich das Zersetzungsgas des Harzes, kann in dem voranstehend geschilderten Abfallgasverarbeitungssystem zurückgewonnen werden.

DE 197 81 654 T1  
15.09.96

210

Der Pyrolyseschritt wird vorzugsweise in einer reduzierenden Atmosphäre dadurch ausgeführt, daß wie voranstehend geschildert die Sauerstoffkonzentration eingestellt wird. Durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration kann der Rückgewinnungswirkungsgrad für das Zersetzungsgas des Harzes verbessert werden. Weiterhin kann eine Oxidation des Bleis verhindert werden. Da Bleioxyd bei einer niedrigeren Temperatur als Blei verdampft, kann durch Einstellung der Sauerstoffkonzentration eine Streuung von Blei verhindert werden, und kann daher in einem späteren Schritt Blei wirksamer zurückgewonnen werden. Darüber hinaus kann die Erzeugung von Dioxinen in dem Abfallgasverarbeitungssystem unterdrückt werden.

Nachdem der wie voranstehend geschildert pyrolysierte Gegenstand in die Druckverringerungs/Heizvorrichtung eingegeben wurde, wird durch Einstellung der Temperatur und des Drucks Blei aus dem Gegenstand verdampft. Wenn der Gegenstand Metalle wie beispielsweise Eisen, Kupfer, Aluminium, Zinn und dergleichen abgesehen von Blei enthält, kann jedes Metall entsprechend dem unterschiedlichen Dampfdruck selektiv verdampft werden.

Die Temperatur, bei welcher Blei verdampft, ändert sich entsprechend dem Druck in der gasdichten Kammer. Bei einer Erhitzung auf beispielsweise 1400 °C unter Atmosphärendruck beträgt der Dampfdruck von Blei 84 mm Hg, erreichen jedoch die Dampfdrücke von Eisen, Kupfer und Zinn noch nicht einmal 1 mm Hg. Durch Erhitzung des Gegenstands auf etwa 1400 °C kann nur Bleidampf selektiv aus dem Gegenstand verdampft werden.

Weiterhin beträgt der Dampfdruck von Blei, welches beispielsweise auf 1740 °C erhitzt wird, 760 mm Hg, jedoch erreicht jener von Zinn noch nicht einmal 15 mm Hg, und jener

DE 197 81654 T1  
15.09.96

211

von Kupfer noch nicht einmal 3 mm Hg. Auch durch Erhitzung auf etwa 1740 °C kann praktisch nur Bleidampf selektiv auf den Gegenstand verdampft werden.

Weiterhin kann durch Erhitzung des Gegenstands im Zustand mit verringertem Druck Blei selektiv bei einer noch niedrigeren Temperatur verdampft werden.

Wenn der Druck auf  $10^{-1}$  Torr eingestellt wird, kann durch Erhitzung auf etwa 827 °C praktisch nur Bleidampf selektiv auf dem Gegenstand verdampft werden.

Wenn der Druck auf  $10^{-3}$  Torr eingestellt wird, kann darüber hinaus durch Erhitzung auf etwa 627 °C praktisch nur Bleidampf selektiv aus dem Gegenstand verdampft werden.

Wenn weiterhin der Druck auf  $10^{-4}$  Torr eingestellt wird, kann durch Erhitzung auf etwa 427 °C praktisch nur Bleidampf selektiv aus dem Gegenstand verdampft werden. Der auf diese Weise selektiv verdampfte Bleidampf kann als metallisches Blei durch ein Rückgewinnungsgerät zurückgewonnen werden, welches beispielsweise auf unterhalb des Schmelzpunktes von Blei abgekühlt ist.

Figur 52 zeigt die Beziehung zwischen dem Dampfdruck von Blei und der Temperatur. Man ersieht hieraus, daß mit Verringerung des Drucks im Innern der gasdichten Kammer der Druckverringerungs/Heizvorrichtung der Siedepunkt von Blei niedrig wird.

Auf der Grundlage dieser Beziehung entsprechend beispielsweise dem Druck in der gasdichten Kammer kann die Heiztemperatur eingestellt werden. Wird beispielsweise diese Beziehung auf einer elektronischen Rechenvorrichtung als ein Programm vorgesehen, so kann sie als Steuervorrichtung der

Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

(Ausführungsform 12)

Es wird ein Beispiel beschrieben, bei welchem als Beispiel für den Gegenstand, der Harz und Metall als seine Bestandteile aufweist, ein bestücktes Substrat, bei welchem verschiedene Arten elektronischer Elemente durch eine bleihaltige Lotlegierung auf einem Substrat angebracht sind, als Gegenstand verarbeitet wird.

Figur 53 zeigt schematisch ein derartiges bestücktes Substrat 1300.

Auf einer Leiterplatte 1303, bei welcher eine Kupferfolie 1301 und Harz 1302 in Stapelanordnung vorgesehen sind, ist ein elektronisches Element 1304 angebracht. Das elektronische Element 1304 ist durch ein Gehäuse aus Harz 1305 eingeschlossen. Weiterhin sind eine Verbindungsklemme 1306 des elektronischen Bauteils, die aus einer Kupferlegierung besteht, und eine Kupferfolie durch eine Lotlegierung 1307 auf Pb-Sn-Basis verbunden. Selbst wenn die Oberfläche der Verbindungsklemme 1306 des elektronischen Element durch eine Lotlegierung beschichtet ist, kann dieselbe Verarbeitung eingesetzt werden.

Zuerst wird das bestückte Substrat 1300 in der ersten Pyrolysevorrichtung unter Einstellung der Sauerstoffkonzentration erhitzt, um das Harz 1302, 1303 zu pyrolysierten. Da der Harzbestandteil einer Leiterplatte mit einer gedruckten Schaltung üblicherweise ein thermisch aushärtendes Harz ist, wird ein großer Anteil verkohlt, aber es wird Abfallgas erzeugt, welches eine große Menge an Zersetzungsgas enthält. Das Gehäuseharz 1303 des

1978-03-05

elektronischen Elements wird entsprechend pyrolysiert. Das Abfallgas wird durch das voranstehend geschilderte Abfallgasverarbeitungssystem unschädlich gemacht, und wird als sauberes Brenngas verwendet.

Figur 54 zeigt schematisch ein pyrolysiertes bestücktes Substrat 1300.

In diesem Zustand wird ein großer Anteil des Harzbestandteils des bestücktes Substrats verkohlt. Darüber hinaus wird infolge der Einstellung der Sauerstoffkonzentration Blei nicht zerstreut.

Nachdem der pyrolysierte Gegenstand in die Druckverringerungs/Heizvorrichtung eingebracht wurde, während die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer eingestellt wird, wird daraufhin Blei in dem Gegenstand selektiv verdampft. Der Druck und die Temperatur können auf der Grundlage von Figur 52 festgelegt werden. Im Innern der gasdichten Kammer wird vorzugsweise der Druck verringert. Dies liegt daran, daß der Verbrauch an zugeführter Energie sinkt, infolge der Verdampfung des Bleis bei niedriger Temperatur, und daß das Blei und die anderen Metallbestandteile des Gegenstands infolge der niedrigen Sauerstoffkonzentration nicht oxidiert werden. Wenn die Gefahr besteht, daß der Metallbestandteil des Gegenstands oxidiert wird, kann ein Trägergas wie etwa N<sub>2</sub>, Ar eingelassen werden, um die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer einzustellen.

Je stärker der Druck im Innern der gasdichten Kammer verringert wird, desto niedriger ist die Temperatur, bei welcher Blei verdampft wird. Figur 55 zeigt schematisch einen Zustand, in welchem Blei 1308 in seinem metallischen Zustand verdampft wird.

15.09.98

Durch Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer kann nur Blei selektiv verdampft werden. Wenn ein Metall, dessen Schmelzpunkt niedriger als jener von Blei ist, in dem Gegenstand enthalten ist, kann ein derartiges Metall vorher verdampft werden.

Daher kann Blei von dem bestückten Substrat 1300 entfernt werden, welches einen zu verarbeitenden Gegenstand darstellt. Durch Verarbeitung einer großen Menge bestückter Substrate derartiger Abfall-Elektronikinstrumente, wie sie in der heutigen Gesellschaft vorkommen, können diese als üblicher Abfall verarbeitet werden, und tritt keine Umweltverschmutzung infolge eines Auswaschens von Blei auf. Weiterhin können die Metallbestandteile über Blei hinaus einfach abgetrennt werden, und als Ressource genutzt werden. Der Harzbestandteil kann als wertvolles Öl oder Karbide zurückgewonnen werden. Das Karbid kann als Dünger oder Aktivkohle eingesetzt werden.

Voranstehend erfolgte die Beschreibung bis zum Schritt der Entfernung von Blei von dem bestückten Substrat 1300, jedoch können durch weitere Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer die anderen Metallbestandteile über Blei hinaus verdampft werden.

Beispielsweise können von dem Gegenstand, von welchem Blei entfernt wurde, durch weitere Verdampfung von Zinn, welches eine Lotlegierung darstellt, eine Leiterplatte 1303 und ein elektronisches Element 1304 abgetrennt werden.

Figur 56 zeigt schematisch einen Zustand, bei welchem eine Leiterplatte 1303, von welcher Zinn verdampft wird, und ein elektronisches Element 1304 getrennt werden.

Entsprechend kann durch Entfernen von Blei oder durch Trennung der Leiterplatte 1303 und des elektronischen Elements 1304 die Komplexität des Gegenstands verringert werden, was eine einfache Verarbeitung danach ermöglicht. Von einem elektronischen Bauteil und dergleichen, welches von der Leiterplatte abgetrennt wurde, können durch Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer Metalle wie beispielsweise Au, Ag, Pt, Bi, In, Ta, Ni, Cr, Cu, Al, W, Mo, Co, Pd, die in der Leiterplatte 1303 und dem elektronischen Bauteil 1304 enthalten sind, für die Rückgewinnung verdampft werden. Ein derartiger Rückgewinnungsschritt kann nach Trennung der Leiterplatte 1303 und des elektronischen Bauteils 1304 wirksam in einer Druckverringerungs/Heizvorrichtung durchgeführt werden, in welcher ein weiteres Metall mit noch niedrigerem Dampfdruck zurückgewonnen werden kann.

Figur 57 zeigt die Druckabhängigkeit des Siedepunkts (Dampfdrucks) verschiedener Arten von Metallen. Diese Figur zeigt nur ein Beispiel für zurückgewinnbare Metalle, jedoch können auch nicht dargestellte Metalle zurückgewonnen werden.

Figur 58 zeigt die Temperaturabhängigkeit der freien Bildungsenergie von Oxiden. In Figur 58 dargestellte Elemente dienen nur als Beispiel, und Daten für andere als diese Elemente können einfach berechnet oder aus einer Datenbank erhalten werden.

Durch Verwendung der in Figur 57 und Figur 58 dargestellten Beziehung zusammen mit der Beziehung zwischen Siedepunkt (Dampfdruck) und Druck gemäß Figur 52 können beispielsweise die Temperatur, der Druck und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer gesteuert werden.

Weiterhin kann diese Relation bei einer elektronischen Recheneinrichtung als Programm vorgesehen sein, und kann als Steuervorrichtung der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

(Ausführungsform 13)

Figur 59 zeigt schematisch ein Beispiel für eine Einrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, die zur Ausschaltung von Blei des Gegenstands verwendet werden soll, der Blei und Harz als Bestandteile aufweist. Die Einrichtung der voranstehend geschilderten Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung kann verwendet werden, ohne dies auf die in Figur 59 dargestellte Einrichtung zu beschränken.

Die Verarbeitungseinrichtung 2000 ist mit einem Pyrolyseofen 2001 und einem Druckverringerungs/Heizofen 2002 versehen. Der Pyrolyseofen 2001 weist eine Sauerstoffkonzentrationssteuervorrichtung 2003 und ein nicht dargestelltes Heizgerät auf. Weiterhin ist er so ausgebildet, daß durch einen in der Figur weggelassenen Steuerabschnitt eine vorbestimmte Temperatur für einen vorbestimmten Zeitraum aufrecht erhalten werden kann.

Das Abfallgas, welches Gas auf Kohlenwasserstoffgrundlage enthält, und von dem Harzbestandteil infolge der Erhitzung ausgestoßen wurde, wird reformiert und pyrolysiert durch eine Gaszerlegungskammer 2005 bei einer derartig hohen Temperatur (1200 °C im vorliegenden Fall), daß Dioxine zerlegt werden können, und wird sofort danach durch den Kühlurm 2006 auf 35 °C abgekühlt. Das Abfallgas, welches so abgekühlt wurde, daß Dioxine nicht erzeugt oder durch erneute Synthese gebildet werden, wird neutralisiert und gereinigt durch ein Sprühreinigungsgerät, welches Alkaliwasser verwendet, und kann als Brenngas erneut verwendet werden.

Der Druckverringerungs/Heizofen 2002 ist ein Vakuumofen und ist mit einer Bleirückgewinnungskammer 2007 und einem Absauggerät 2008 ausgestattet.

Der Gegenstand wird durch eine Transportvorrichtung 2009 wie etwa einen Förderer zum Pyrolyseofen 2001 befördert, und zum Druckverringerungs/Heizofen 2002, in dieser Reihenfolge. Zwischen dem Pyrolyseofen 2001 und dem Druckverringerungs/Heizofen 2002 ist ein Spülraum vorgesehen, der in der Figur nicht dargestellt ist.

Die Aufenthaltszeit, die Heiztemperatur, der Druck und die Sauerstoffkonzentration des Gegenstands in der dem Pyrolyseofen 2001 und in dem Druckverringerungs/Heizofen 2002 können jeweils durch einen nicht dargestellten Steuerabschnitt gesteuert werden.

In dem Pyrolyseofen 2001 wird der Gegenstand 2004 auf eine Temperatur von etwa 200 bis 600 °C erhitzt und dort gehalten, und der Harzbestandteil, der ein Teil des Bestandteils des Gegenstands 2004 bildet, wird als Abfallgas abgegeben, welches Kohlenwasserstoffgas mit C1 bis C8 enthält, welches in das Abfallgasverarbeitungssystem eingegeben werden soll.

Dann wird der Gegenstand zum Druckverringerungs/Heizofen 2002 übertragen, der Druck wird beispielsweise auf etwa  $10^{-5}$  Torr abgesenkt, und die Temperatur wird auf etwa 427 °C erhöht, und dann wird dieser Zustand beibehalten. Blei in dem Gegenstand wird als Bleidampf aus dem Gegenstand verdampft. Ein Gasabsaugabschnitt ist an dem oberen Abschnitt des Druckverringerungs/Heizofens 2002 vorgesehen, und der Bleidampf, der von dem Gegenstand abgegeben wird, kondensiert als metallisches Blei infolge der Verringerung des Dampfdrucks. Kristallisiertes Bleimetall schlägt sich in der

Bleirückgewinnungskammer 2005 nieder, um zurückgewonnen zu werden. Um den Bleidampf wirksam von dem Druckverringerungs/Heizofen 2002 in die Bleirückgewinnungskammer 2005 zu schicken, wird darüber hinaus N<sub>2</sub> oder ein Inertgas wie beispielsweise Ar von dem Trägergaseinlaßabschnitt eingegeben, der an dem Druckverringerungs/Heizofen 2002 angeordnet ist, und der Bleidampf wird zur Bleirückgewinnungskammer 2005 zusammen mit dem Trägergas geschickt.

Der Gegenstand, der den Druckverringerungs/Heizofen 2002 durchlaufen hat, und von welchem Blei entfernt wurde, wird einer Restaufnahmeverrichtung 2010 zugeführt. Da der Harzbestandteil des Gegenstands praktisch vollständig verkohlt ist, und Schwermetalle wie beispielsweise Blei und Zink, die in dem Gegenstand enthalten sind, ebenfalls entfernt werden können, ist der Gegenstand unschädlich, und daher wird die spätere Verarbeitung einfach durchgeführt. Wenn noch weitere nutzbare Metalle in dem Gegenstand enthalten sind, können diese Metalle durch ein Schwerkraftsichtungsverfahren und einen Elektromagneten fraktioniert und zurückgewonnen werden. Die unschädlichen und äußerst reinen Karbide, welche die Druckverringerungs/Heizvorrichtung durchlaufen haben, können als Aktivkohle oder Bodenverbesserungsmittel mit hervorragenden Eigenschaften wiederverwendet werden.

(Ausführungsform 14)

Als nächstes wird ein Beispiel beschrieben, bei welchem mit der voranstehend geschilderten Verarbeitungseinrichtung 2000 ein elektronisches Instrument, welches Lot enthält, und den Gegenstand darstellt, verarbeitet wird.

Das elektronische Instrument, welches den Gegenstand 2004 darstellt, kann vor der Verarbeitung zerkleinert werden, wird jedoch bei der Verarbeitung eines bestückten Substrats vorzugsweise ohne Zerkleinerung eingegeben.

Der Pyrolyseofen 2001 wird auf etwa 500 bis 600 °C im Innern des Ofens gehalten, und befindet sich in einem praktisch sauerstofffreien Zustand, und das elektronische Instrument bleibt dort etwa 60 Minuten lang. Der Harzbestandteil, der etwa 40 % der Zusammensetzung des elektronischen Instruments darstellt, wird in dem Pyrolyseofen 2001 pyrolysiert, und wird als Abfallgas abgegeben, welches Kohlenwasserstoffgas enthält, oder wird verkohlt.

Weiterhin werden Arten von Metallen wie beispielsweise Eisen, Kupfer und Aluminium und dergleichen, die etwa 50 % der Zusammensetzung ausmachen, und die Metallbestandteile, die etwa 10 % der Zusammensetzung des bestückten Substrats ausmachen, in dem Pyrolyseofen 2001 weder verdampft noch oxidiert.

Das elektronische Instrument, dessen Harzbestandteil pyrolysiert wurde, wird ohne Abkühlung durch den Spülraum an den Druckverringerungs/Heizofen 2002 übertragen. Der Druckverringerungs/Heizofen 2002 wird auf einem Druck von etwa  $10^{-3}$  Torr und einer Temperatur von etwa 627 °C gehalten. Das elektronische Instrument bleibt dort etwa 60 Minuten lang.

In dem bestückten Substrat, welches etwa 10 % des elektronischen Instruments ausmacht, wird eine Lotlegierung verwendet, die etwa 5 bis 10 % des Gewichts des Substrats ausmacht. Darüber hinaus sind etwa 40 Gew.-% der Lotlegierung Blei.

In dem elektronischen Instrument wird daher etwa 0,2 bis 0,4 % an Blei als Teil des Bestandteils verwendet. Das Blei wird als Bleidampf in dem Druckverringerungs/Heizofen 2002 verdampft, und wird mit Trägergas der Bleirückgewinnungskammer 2005 zugeführt, um als metallisches Blei zurückgewonnen zu werden.

Um das Rückgewinnungsverhältnis von Blei zu verbessern soll Bleidampf vorzugsweise so lange wie möglich in der Bleirückgewinnungskammer 2005 verbleiben. Beim vorliegenden Beispiel betrug das Rückgewinnungsverhältnis für Blei 98 %. Das zurückgewonnene Blei weist einen geringen Anteil an Verunreinigungen auf, und kann daher als nützliches Metall wiederverwendet werden.

Das Kohlenwasserstoffgas, welches nach der Pyrolyse in dem Pyrolyseofen 2001 abgegeben wird, wird zur Gaszersetzungsstrecke 2005 des voranstehend geschilderten Abfallgasverarbeitungssystems geschickt, um reformiert und in Koks pyrolysiert zu werden, der auf eine Temperatur auf etwa 1200 °C erhitzt ist, und wird unmittelbar danach innerhalb von 8 Sekunden schnell auf 35 °C abgekühlt. Das abgekühlte Abfallgas wird neutralisiert, und durch ein Beutelfilter gefiltert, welches ein Neutralisierungsreaktionsfilter darstellt, und weiter gereinigt, um als Brenngas recycelt zu werden. Bei der vorliegenden Ausführungsform bestehen 40 % des elektronischen Instruments aus Harz.

Obwohl das Rückgewinnungsverhältnis für das Harz in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Harzbestandteils unterschiedlich ist, können etwa 90 Gew.-% als Brenngas wiederverwendet werden, und bleiben etwa 10 % als Pyrolyserest übrig, der hauptsächlich aus Kohlenstoff/Karbid besteht.

Weiterhin werden Metalle wie etwa Eisen, Kupfer, Aluminium und dergleichen, die etwa 50 % der Zusammensetzung des elektronischen Instruments ausmachen, nicht durch den Pyrolyseofen 2001 oder den Druckverringerungs/Heizofen 2002 oxidiert, und weisen daher einen hohen Recycelwert auf, da sie im metallischen Zustand zurückgewonnen werden. Bei der vorliegenden Ausführungsform enthielt der Rest, der in die Restaufnahmeverrichtung 30 abgegeben wurde, hauptsächlich Eisen, Kupfer, Aluminium sowie Karbid des Harzes.

Figur 30 zeigt schematisch ein Beispiel für eine Trennwand 2101, die geöffnet und geschlossen werden kann, und die Gasdichtigkeit und die adiathermischen Eigenschaften zwischen dem Pyrolyseofen 2001 und dem Druckverringerungs/Heizofen 2002 der in Figur 59 dargestellten Verarbeitungseinrichtung 20009 aufrecht erhält. Die Trennwände 2101 können durch Drähte 2102 und Hebemaschinen 2103 betätigt werden.

Am Ort jeder Trennwand 2101 können eine Vakuumtür und eine adiathermische Tür getrennt vorgesehen sein. Beispielsweise kann eine Trennwand 2101b eine Vakuumtür sein, und können auf der Seite des Pyrolyseofens 2001 und auf der Seite des Druckverringerungs/Heizofens 2002 der Trennwand adiathermische Türen vorgesehen sein, die ebenso geöffnet und geschlossen werden können.

(Ausführungsform 15)

Als nächstes wird ein Verarbeitungssystem für Abfälle (einschließlich Shredderstaub) beschrieben, welche Harz und Metall enthalten, und in großen Mengen bei derartig verschiedenen Gegenständen wie elektronischen Instrumenten, Kraftfahrzeugen, Präzisionsinstrumenten, Büromaterial, Verpackungen für Arzneimittel und Lebensmittel verwendet werden, als zu verarbeitender Gegenstand. Als Einrichtung

15.11.96

kann die voranstehend geschilderte Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

Derartige, Harz und Metall enthaltende Abfälle werden normalerweise, da ihre Abtrennung und Rückgewinnung schwierig ist, durch Verbrennung und Deponieverarbeitung verarbeitet. Das Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung gewinnt die Metallbestandteile im metallischen Zustand durch Pyrolyse (Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung) der Harzbestandteile und Verdampfung der Metallbestandteile der Abfälle in derselben Einrichtung zurück.

Bei der Verarbeitung gemäß der vorliegenden Erfindung wird zuerst der Harz und Metall enthaltende Abfall in den Pyrolyseofen eingegeben. Zur Rückgewinnung des Harzanteils wird dann eine Pyrolyse durchgeführt, während die Sauerstoffkonzentration eingestellt wird. Dann wird der Pyrolyserest in den Druckverringerungs/Heizofen eingegeben, und werden eine Druckverringerung und Erhitzung durchgeführt, um die Metalle durch Verdampfung zurückzugewinnen.

Figur 31 zeigt schematisch ein Beispiel für eine Druckverringerungs/Heizvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, die in dem Verarbeitungssystem verwendet werden kann.

Innerhalb einer gasdichten Kammer 2201 wird der Harz und Metall enthaltende Abfall aufgenommen. In der gasdichten Kammer ist ein Trägerregal 2202 vorgesehen, welches aus Metall besteht, das einen hervorragenden Temperaturanstiegswirkungsgrad und eine hervorragende Wärmefestigkeit aufweist. Das Bezugszeichen 2203 bezeichnet eine Tür zum Öffnen und Schließen der gasdichten Kammer 2201. In der gasdichten Kammer ist ein Heizerät 2204 wie beispielsweise eine Heizvorrichtung und dergleichen

DE 197 81 654 T1  
15.09.90

223

vorgesehen, und wird durch ein Steuerfeld 2205 zusammen mit dem Druck und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer betätigt. Das Bezugszeichen 2206 bezeichnet einen Sensor, durch welchen die Temperatur, der Druck und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer 2201 als Signale an das Steuerfeld 2205 übertragen werden.

Die gasdichte Kammer 2201 ist an ein Absauggerät 2203 angeschlossen. Zwischen der gasdichten Kammer 2201 und dem Absauggerät 2008 sind Metallrückgewinnungssysteme 2209, 2210 angeordnet, welche Rückgewinnungsgeräte für den Metallbestandteil des Abfalls darstellen. Das Metallrückgewinnungsgerät kann mit einem Zyklonabscheider versehen sein, der beispielsweise eine Kühlvorrichtung aufweist.

Der Abfall, welcher den Gegenstand darstellt, und in dem Pyrolyseofen pyrolysiert wurde, wird auf das Trägerregal 2202 verbracht, das in der gasdichten Kammer 2201 angeordnet ist. Die Tür 2203 wird für die Abdichtung verschlossen. Zuerst wird, bei geschlossenem Rückgewinnungssystem, mit der Erhitzung (400 °C) und Druckbeaufschlagung (drei Atmosphären) begonnen.

In diesem Fall ist der Temperaturanstiegswirkungsgrad besser als bei der Erhitzung unter Druckverringerung, und dies trägt zum Temperaturerhöhungswirkungsgrad der Druckverringerung und Erhitzung während des späteren Metallrückgewinnungsvorgangs bei.

Dann wird der Druck in der gasdichten Kammer 2201 bis auf einen Druck von etwa  $10^{-3}$  Torr durch das Absauggerät verringert, und erfolgt eine Erhitzung auf über den Siedepunkt der Legierung hinaus, entsprechend den Arten des Metalls, um die Metalle zu verdampfen, wodurch sie durch eine

Kondensationsvorrichtung zurückgewonnen werden, die in der Mitte des Metallrückgewinnungssystems 2209, 2210 vorgesehen ist. Da die Verdampfungstemperatur des Metalls niedriger als bei Atmosphärendruck wird, kann in diesem Fall eine relativ geringe Erhitzungstemperatur verwendet werden, und ist der Rückgewinnungswirkungsgrad hervorragend, da die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Oxidation gering ist.

Der in Figur 31 gezeigte Druckverringerungs/Heizofen ist mit zwei Anlagen eines Metallrückgewinnungssystems versehen. Die beiden Anlagen können gleichzeitig verwendet werden, oder es können durch Umschaltung entsprechend dem Temperatur-/Druckzustand in der gasdichten Kammer mehrere Metallelemente zurückgewonnen werden.

Bei dem Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung ist daher der thermische Wirkungsgrad hervorragend, und sind die Verarbeitungskosten gering. Infolge der Vakuumerhitzung kann darüber hinaus Metall mit hoher Reinheit mit einem hohen Rückgewinnungswirkungsgrad zurückgewonnen werden.

(Ausführungsform 16)

Als nächstes wird die Verarbeitung von Abfällen in Form eines bestückten Substrats beschrieben, bei welchem verschiedene Arten elektronischer Bauteile auf einer Leiterplatte angebracht sind, und welches in großen Mengen bei derartig verschiedenen Einrichtungen wie elektronischen Instrumenten, Kraftfahrzeugen, Präzisionsinstrumenten verwendet wird. Als Einrichtung kann die bislang geschilderte Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

Figur 32 zeigt schematisch ein Verarbeitungsschema für ein bestücktes Substrat, bei welchem die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

Durch dieses Verarbeitungssystem können die elektronischen Bauteile wirksam von dem bestückten Substrat abgetrennt und zurückgewonnen werden, bei welchem verschiedene Arten elektronischer Bauteile angebracht sind, beispielsweise ein IC, eine LSI, ein Widerstand, ein Kondensator und dergleichen. Weiterhin können auch der Harzbestandteil, der Metallbestandteil des bestückten Substrats, welches aus einer Leiterplatte und elektronischen Bauteilen besteht, abgetrennt und zurückgewonnen werden, was zu ihrer Nutzung als Ressourcen führt.

Abfälle in Form eines derartigen bestückten Substrats waren bezüglich der Trennung der elektronischen Bauteile von der Leiterplatte schwierig, und da das bestückte Substrat einen Gegenstand darstellt, dessen verschiedene Materialien in komplizierter Weise vereinigt sind, was seine Verarbeitung schwierig. Daher wurden überwiegend Deponieverarbeitung und Verbrennungsverarbeitung eingesetzt.

Bei der vorliegenden Erfindung wird zuerst das bestückte Substrat in den Pyrolyseofen eingegeben, ohne zerkleinert zu werden, um das bestückte Substrat zu pyrolysiieren. Der Harzanteil des Substrats oder der elektronischen Bauteile, welche das bestückte Substrat bilden, wird pyrolysiert, um Abfallgase abzugeben und Karbide auszubilden. Gehäuseharz der elektronischen Bauteile wird ebenfalls zersetzt, und wird sehr spröde, und nimmt daher einen Zustand an, der eine einfache Abtrennung von einem Element in dem Gehäuse ermöglicht. Hierbei kann die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration in dem Pyrolyseofen für Schwermetalle

wie etwa Blei so eingestellt werden, daß keine Verdampfung oder Oxidation auftritt.

Die Abfallgase können wie voranstehend geschildert verarbeitet werden. Wenn ein Schwermetall wie Blei in dem Abfallgas enthalten ist, kann es in einem Abfallgasverarbeitungssystem, beispielsweise einer Kühlvorrichtung, kondensieren. Die kondensierte Substanz kann zusammen mit dem Pyrolyserest in dem Druckverringerungs/Heizofen eingegeben werden. Zusätzlich kann, wenn in dem Abfallgas Chlor enthalten ist, dieses in Kontakt mit Eisen gebracht werden, welches auf eine höhere Temperatur erhitzt ist, um als Eisenchlorid zurückgewonnen zu werden.

Das bestückte Substrat, welches wie geschildert pyrolysiert wurde, wird in den Druckverringerungs/Heizofen eingegeben. Die Temperatur, der Druck und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer können entsprechend den zurückzugewinnenden Metallen eingestellt werden, um die gewünschten Metalle zurückzugewinnen.

Es wird beispielsweise eine Legierung (etwa eine Pb-Sn-Legierung) verdampft, welche eine Leiterplatte und ein elektronisches Bauteil verbindet. Die Legierung wird selektiv verdampft entsprechend dem jeweiligen Dampfdruck, um abgetrennt zu werden. Dies ist unter dem Gesichtspunkt der Nutzung als Ressource vorzuziehen.

Wenn eine Legierung verdampft wird, welche eine Leiterplatte und ein elektronisches Bauteil verbindet, kann das elektronische Bauteil von der Leiterplatte getrennt werden. Selbst wenn das Verbindungsметall in dem Pyrolyseofen geschmolzen wird, und die Verbindung bereits unterbrochen ist, so können, da die Verbindungsметallkomponenten

15.11.93

(beispielsweise Blei und Zinn) in dem Gegenstand festgehalten werden, diese Metalle von dem Gegenstand verdampft werden, um abgetrennt und zurückgewonnen zu werden.

Abgesehen von der Verbindungslegierung, welche die Leiterplatte und das elektronische Bauteil verbindet, können verschiedene Arten von Metallen, die in dem bestückten Substrat enthalten sind, etwa Zn, Sb, Au, Pt, Ni, Cr, Cu, Al, Mo, W, Ta und dergleichen verdampft werden, um abgetrennt und zurückgewonnen zu werden. Die Metalle, die im metallischen Zustand ohne oxidiert zu werden zurückgewonnen werden, weisen einen hohen Nutzwert auf.

Wenn die Lotlegierung verdampft werden soll, so wird, um den Temperaturanstiegswirkungsgrad zu erhöhen, nach Erhitzung auf eine Temperatur (beispielsweise etwa 200 °C), bei welcher die Lotlegierung nicht stark oxidiert wird, im Innern der gasdichten Kammer durch eine Absaugvorrichtung der Druck verringert, und erfolgt eine weitere Erhitzung (auf beispielsweise etwa 400 °C), und können die Metalle durch eine Kondensationsvorrichtung kondensiert werden, die sich in der Mitte des Rückgewinnungsweges befindet.

Bei diesem System kann, wie in Figur 56 gezeigt ist, die Lotlegierung des bestückten Substrats vollständig entfernt werden, und wird auch das Lot der Leitungsanschlußabschnitte des IC, der LSI, des Widerstands, des Kondensators und dergleichen vollständig entfernt. Daher kann nicht nur das elektronische Bauteil von dem Substrat getrennt werden, sondern wird auch die spätere Umwandlung der Leiterplatte und der elektronischen Bauteile in Ressourcen erleichtert, was zur Erhöhung des Wertes führt.

Der Harzbestandteil des bestückten Substrats wird verdampft, verkohlt oder in ein Zwischenprodukt umgewandelt, wodurch eine wirksame Nutzung ermöglicht wird.

Wenn beispielsweise Kupfer und ein Karbid als Rest in dem Druckverringerungs/Heizofen übrigbleiben, können der Kupfer und das Karbid beispielsweise durch eine Kalziumkarbonatlösung getrennt werden, und dann kann das Kupfer durch Waschwasser gereinigt werden.

Die Metallbestandteile der Lotlegierung verdampfen entsprechend dem Ausmaß des Vakuums in der gasdichten Kammer. Je geringer der Druck ist, desto niedriger wird die Verdampfungstemperatur, und daher werden die Ofenwand und dergleichen der Verarbeitungseinrichtung nicht beschädigt.

Wenn das bestückte Substrat durch Deponieren verarbeitet wird, werden die schädlichen Metalle wie etwa Pb und Sb in der Lotlegierung durch sauren Regen und dergleichen ausgewaschen, was zu einer Verschmutzung des Bodens und von Flüssen führt. Da praktisch das gesamte Harz in der Natur nicht zersetzt wird, und dort semipermanent verbleibt, führt dies nicht nur zu einer Verknappung an Verarbeitungsorten, sondern auch zu einem Problem in Bezug auf die Sicherheit der Umwelt. Durch das Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung können diese Probleme gelöst werden.

Weiterhin können verschiedene Arten von Metallen, die in der Leiterplatte oder den elektronischen Bauteilen enthalten sind, durch Abtrennung und Rückgewinnung in Ressourcen umgewandelt werden. Unter diesen Metallen sind Metalle, die bald erschöpft sind, oder seltene Metalle, die in der Erdkruste nur in geringem Anteil enthalten sind. Die Rückgewinnung dieser Metalle trägt daher zur Lösung der

Probleme in Bezug auf Ressourcen und Energie bei, welchen unsere Gesellschaft mit ihrem hohen Verbrauch ausgesetzt ist.

(Ausführungsform 17)

Als nächstes wird das Verarbeitungssystem beschrieben, wobei als Gegenstand eine Leiterplatte dient, bei welcher eine Kupferfolie und Harz zusammenlaminiert sind.

Die Leiterplatte kann ein kupferbeschichtetes Laminat sein, ein flexibles Substrat, oder ein Filmträger bei TAB (Bandautomatisierter Verbindung). Weiterhin kann der weggeschnittene Abschnitt des kupferbeschichteten Laminats verarbeitet werden, der beim Herstellungsvorgang der Leiterplatte anfällt. Weiterhin kann wie voranstehend geschildert die Leiterplatte verarbeitet werden, die durch Abtrennung der elektronischen Bauteile und der Verbindungslegierung von dem bestückten Substrat erhalten wird.

Weiterhin erfolgt die vorliegende Beschreibung mit einer Leiterplatte als Beispiel, jedoch kann jeder Gegenstand auf identische Weise verarbeitet werden, der Kupfer und Harz als Bestandteile enthält.

Die Abtrennung der Lotlegierungen und der elektronischen Bauteile von dem bestückten Substrat kann wie voranstehend geschildert durchgeführt werden. Auch die Zersetzung des Harzanteils des bestückten Substrats kann wie voranstehend geschildert durchgeführt werden.

In dem Verarbeitungssystem wird zur wirksamen Trennung der Kupferfolie und des Harzes die Leiterplatte unter nicht-oxidierenden Bedingungen erhitzt, und wird der Harzanteil der

Leiterplatte als da Abfallgas in dem Abfallgasverarbeitungssystem verarbeitet.

Die Kupferfolie kann als praktisch reines Metall zurückgewonnen werden.

Verunreinigungen wie beispielsweise Karbide, die an Kupfer anhaften, können je nach Erfordernis durch Reinigung, Vibrationen, verbunden mit Drehung mit Teilchen aus feinem Sand, entfernt werden. Die Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung kann als Einrichtung eingesetzt werden.

Figur 33 zeigt schematisch eine Leiterplatte 2300, die einen Gegenstand darstellt. Die Leiterplatte 2300 weist zwei Schichten auf, nämlich eine Kupferfolie 2301 und ein Harz 2302, die zusammenlaminiert sind.

Die Leiterplatte 2300 wird in den Pyrolyseofen eingegeben, und das Harz 2302 wird pyrolysiert (Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung), während die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration in dem Pyrolyseofen so eingestellt werden, daß das Kupfer 2301 nicht oxidiert wird. Das Abfallgas mit dem Zersetzungsgas des Harzes 2302 wird durch das Abfallgasverarbeitungssystem verarbeitet, damit es unschädlich wird, um in ein reines Brenngas umgewandelt zu werden.

Figur 34 zeigt schematisch eine Leiterplatte 2300, nachdem der Harzanteil pyrolysiert wurde. Ein erheblicher Anteil des Harzes liegt als Karbide vor.

In diesem Zustand kann das verkohlte Harz 2302 mechanisch abgetrennt werden, jedoch werden gemäß der vorliegenden Erfindung der Pyrolysatfeststoff der Leiterplatte, der

hauptsächlich aus Kupfermetall und Karbiden besteht, in den Druckverringerungs/Heizofen eingebracht, und wird, während der Druck oder die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer eingestellt wird, die Temperatur auf eine Temperatur erhöht, die einige zehn Grad oberhalb des Schmelzpunkts von Kupfer liegt, um diese zu schmelzen, während dessen Oxidation und Verdampfung verhindert wird. Das Kupfer 2301 im flüssigen Zustand wird zu teilchenförmigem Kupfer 2301b (Figur 35), infolge der freien Oberflächenenergie (Oberflächenspannung). Bei einer Abkühlung in diesem Zustand kann Kupfer einfach abgetrennt und zurückgewonnen werden. Beispielsweise liegt bei 760 Torr der Schmelzpunkt von Kupfer bei 1080 °C, jedoch kann durch Erhitzung des Inneren der gasdichten Kammer auf eine Temperatur von etwa 1150 °C (im Falle von 760 Torr) Kupfer in Teilchenform angesammelt werden.

Durch Erhitzung der Leiterplatte unter verringertem Druck oder in einer nicht-oxidierenden Atmosphäre, wie voranstehend erwähnt, kann praktisch die gesamte Kupferfolie ohne Oxidation zurückgewonnen werden. Weiterhin können derartige Verunreinigungen wie Karbide und dergleichen, die an der Oberfläche anhaftten, durch Reinigung und dergleichen entfernt werden, je nach Erfordernis.

Bei dem Verarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung kann daher Kupfer in seinem metallischen Zustand aus dem Gegenstand abgetrennt und zurückgewonnen werden, in welchem Harz und Metall vereinigt vorhanden waren. Darüber kann das Harz als Öl oder Karbid zurückgewonnen werden.

(Ausführungsform 18)

Als nächstes wird mit einem Gegenstand, der eine harzbeschichtete Aluminiumfolie ist, bei welchem eine Aluminiumfolie und Harz zusammenlaminiert sind, ein

Verarbeitungssystem für einen derartigen Gegenstand beschrieben.

Eine derartige harzbeschichtete Aluminiumfolie wird in weitem Ausmaß beispielsweise bei Beuteln für Kartoffelchips oder bei Verpackungsbehältern für Fertiggerichte wie etwa Curry verwendet, bei Verpackungsbehältern für Lebensmittel und Arzneimittel, bei Wärmeisolierungsmaterialien und dergleichen.

Die Verarbeitung einer derartigen harzbeschichteten Aluminiumfolie ist infolge der Vereinigung des Harzes und der Aluminiumfolie schwierig, und daher erfolgt momentan die Verarbeitung über Deponieren oder Verbrennung. Bei der Verbrennung wird die Aluminiumfolie zu Oxid, und wird der Wert als Ressource wesentlich verringert.

Die Aluminiumverhüttung erfordert beträchtliche Energiemengen, und daher stellt es eine Energieverschwendug dar, Aluminium nicht als Ressource zu recyceln.

Die vorliegende Erfindung dient zur Erhitzung der harzbeschichteten Aluminiumfolie, während die Sauerstoffkonzentration in dem Pyrolyseofen eingestellt wird. Der Harzanteil wird daher pyrolysiert, während der Oxidationszustand von Aluminium unverändert bleibt.

Um wirksam die Aluminiumfolie und das Harz zu trennen wird daher die harzbeschichtete Aluminiumfolie unter verringertem Druck oder unter nicht-oxidierenden Bedingungen erhitzt, und hierdurch entstehende Abfallgase werden auf identische Weise wie voranstehend geschildert verarbeitet. Die Aluminiumfolie kann als praktisch reines Metall zurückgewonnen werden. Verunreinigungen wie Karbide und dergleichen, die am Aluminium anhaften, können je nach Erfordernis dadurch

entfernt werden, daß etwa eine Reinigung durch Schwingungen, verbunden mit einer Drehung unter Zugabe feiner Sandteilchen, erfolgt.

Wenn andere Metalle wie beispielsweise Zink in der Aluminiumfolie vorhanden sind, wird nach weiterem Einbringen in den Druckverringerungs/Heizofen der Gegenstand in einem Zustand mit verringertem Druck erhitzt, damit eine selektive Verdampfung erfolgt, und hierdurch die Abtrennung und Rückgewinnung.

Figur 366 zeigt schematisch eine harzbeschichtete Aluminiumfolie 2600. Das Harz 2601 und die Aluminiumfolie 2602 sind verbunden.

Zuerst wird die harzbeschichtete Aluminiumfolie 2600, also der zu verarbeitende Gegenstand, in den Pyrolyseofen der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung eingebracht, und dann wird, während die Temperatur- und Druckbedingungen gesteuert werden, die harzbeschichtete Aluminiumfolie bis auf 400 bis 650 °C erhitzt, um pyrolysiert zu werden.

Bei einer Temperatur unterhalb von 400 °C ist die Zersetzung des Harzanteils unzureichend, und bei einer Temperatur oberhalb von 650 °C wird die Aluminiumfolie geschmolzen. Auf diese Weise wird der voranstehend angegebenen Temperaturbereich festgelegt.

Figur 37 zeigt schematisch das Aussehen der harzbeschichteten Aluminiumfolie nach der Zersetzung des Harzanteils 2601, wobei Karbid 2602b, das Zersetzungprodukt von Harz, an der Aluminiumfolie 2601 in metallischem Zustand anhaftet. In diesem Zustand reicht nur eine Berührung des Karbids 2602b aus, um es von der Aluminiumfolie abzuschälen. Daher kann die

Aluminiumfolie einfach im metallischen Zustand zurückgewonnen werden (vgl. Figur 38). Da im allgemeinen der Harzbestandteil der harzbeschichteten Aluminiumfolie ein thermisch aushärtendes Harz ist, kann der größte Anteil als Abfallgas verarbeitet werden, wodurch eine Umwandlung in Brenngas erfolgt. Die Karbide des Harzanteils können einfach von der Aluminiumfolie getrennt werden. Zusätzlich befindet sich das Aluminium im metallischen Zustand.

Daher kann durch Erhitzung der harzbeschichteten Aluminiumfolie in einer nicht-oxidierenden Atmosphäre das Aluminium praktisch vollständig zurückgewonnen werden, ohne oxidiert zu werden. Zusätzlich können, je nach Erfordernis, die Verunreinigungen wie etwa Karbide und dergleichen, die an der Oberfläche anhaften, durch Reinigung usw. entfernt werden.

#### [Auswirkungen der Erfindung]

Wie voranstehend geschildert können eine Verarbeitungseinrichtung und ein Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung sicher und wirksam einen zu verarbeitenden Gegenstand verarbeiten, der Harze und Metalle enthält. Gemäß der vorliegenden Erfindung können elektrische Haushaltsgeräte, Kraftfahrzeuge, Präzisionsinstrumente und dergleichen getrennt und zurückgewonnen werden, während verhindert wird, daß die schädlichen Materialien in die Umgebung ausgestoßen werden, und während die schädlichen Materialien in nicht schädliche umgewandelt werden.

Darüber hinaus kann die vorliegende Erfindung eine Zerstörung der Umwelt durch den verarbeiteten Gegenstand verhindern, beispielsweise Abfälle, welche schädliche Substanzen und deren Ausgangsquellen enthalten, und dann, wenn sie verwandt werden, schädliche Substanzen wie beispielsweise Dioxine

erzeugen, und können die wiederverwendbaren Substanzen in einem äußerst reinen Zustand zurückgewonnen werden.

Die vorliegende Erfindung kann die Dioxinkonzentration in dem Abfallgas dadurch bemerkenswert verringern, daß das Abfallgas, welches von dem Gegenstand abgegeben wird, bei einer derartig hohen Temperatur reformiert und pyrolysiert wird, daß die Dioxine zersetzt werden, und durch Schnellabkühlung auf eine dritte Temperatur, bei welcher keine Dioxine erzeugt werden, eine erneute Synthese verhindern, während die Aufenthaltszeit in dem Temperaturbereich verringert wird, in welchem die Dioxine erzeugt oder durch Resynthese neu gebildet werden, und zwar so weit wie möglich verkürzt wird. Durch Durchführung der ersten Pyrolyse, der zweiten Pyrolyse oder des Reformierens in zwei Schritten mit der ersten Temperatur und der zweiten Temperatur, wobei diese Schritte gleichzeitig in reduzierender Atmosphäre durchgeführt werden, kann die Quellenkonzentration der Dioxine wesentlich verringert werden, und kann die Dioxinkonzentration in dem Abfallgas drastisch verringert werden.

Gemäß der vorliegenden Erfindung werden aus Abfall, der schwierig zu verarbeiten ist, und Harz und Metall enthält, und aus den Erzeugungsquellen für Schwermetalle und Dioxine, beispielsweise Shredderstaub, ohne schädliche Substanzen wie etwa Dioxine und dergleichen zu erzeugen, und unter Umwandlung des Harzanteils in ein reines Brenngas, die schädlichen Schwermetalle wie etwa Pb, As, Cd und dergleichen mit hoher Reinheit zurückgewonnen, ohne in die Umgebung ausgestoßen zu werden.

Gemäß der vorliegenden Erfindung kann Abfall, der schwierig zu verarbeiten ist, beispielsweise ein bestücktes Substrat, während eine Emission schädlicher Substanzen verhindert wird,

DE 197 81 654 T1  
15.09.98

236

und die schädlichen Substanzen entfernt werden, und ohne sich auf Handarbeit zu verlassen, einfach in die Leiterplatte und die elektronischen Bauteile aufgeteilt werden, beispielsweise verschiedene Arten von ICs oder Widerständen, Kondensatoren und dergleichen. Gleichzeitig können Schwermetalle wie beispielsweise Blei und andere Metalle verdampft werden, um in sehr reinem Metallzustand zurückgewonnen zu werden.

Weiterhin können die Metalle, die eine Leiterplatte bilden, und Kupfer in sehr reinem Zustand zurückgewonnen werden. Der Harzanteil wird verkohlt, und kann hierdurch als Ressource genutzt werden, beispielsweise als der wirksame Bestandteil für Aktivkohle oder den Boden. Darüber hinaus können die Verarbeitungseinrichtung und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung Blei von einer bleihaltigen Substanz durch Verdampfung von Blei entfernen. Zusätzlich kann selbst von einer Blei und Harz enthaltenden Substanz Blei zurückgewonnen werden. Das Harz kann dadurch zurückgewonnen werden, daß Karbide und Brenngas erzeugt werden. Durch Ausschaltung von Blei können die negativen Auswirkungen auf die Gesundheit verhindert werden, während eine Umweltverschmutzung verhindert wird. Zusätzlich lässt sich eine Verknappung der Abfallverarbeitungsflächen abmildern.

Weiterhin können die Verarbeitungseinrichtung und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung Metalle im metallischen Zustand dadurch zurückgewinnen, daß sie aus dem Gegenstand verdampft werden, welcher das Harz und die Metalle enthält. Das Harz kann durch Umwandlung in ein Karbid und ein Brenngas zurückgewonnen werden.

Weiterhin können die Verarbeitungseinrichtung und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung die Verbindungsmetalle entfernen, durch Verdampfung der Verbindungsmetalle des Gegenstands, der durch die Metalle

verbunden wird. Zusätzlich können die Verbindungsmetalle durch Verdampfung der Verbindungslegierungen des Gegenstands entfernt werden, der durch die Legierungen verbunden ist. Wenn der Gegenstand Harze enthält, kann das Harz durch Umwandlung in Karbide oder Brenngas zurückgewonnen werden.

Weiterhin können die Verarbeitungseinrichtung und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung die Verbindungsmetalle dadurch entfernen, daß die Metallbestandteile der Lotlegierungen des Gegenstands verdampft werden, der durch eine Lotlegierung verbunden ist. Selbst wenn eine Lotlegierung das schädliche Blei enthält, können Schwermetalle wie beispielsweise Blei im Zustand hoher Reinheit mit hoher Ausbeute abgetrennt und zurückgewonnen werden.

Weiterhin können die Verarbeitungseinrichtung und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung durch Verarbeitung eines bestückten Substrats, bei welchem elektronische Bauteile auf einer Leiterplatte angebracht sind, wirksam die Leiterplatte und die elektronischen Bauteile trennen. Selbst wenn eine bleihaltige Lotlegierung dazu verwendet wird, die Leiterplatte und die elektronischen Bauteile zu verbinden, kann zusätzlich zur wirksamen Trennung das schädliche Blei zurückgewonnen werden. Der Harzbestandteil des bestückten Substrats kann zurückgewonnen werden, um in Karbid oder Brenngas umgewandelt zu werden.

Weiterhin können die Verarbeitungseinrichtung und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung eine wirksame und kostengünstige Verarbeitung des Gegenstands durchführen, der Metall und Harz als seine Bestandteile aufweist. Das Metall kann praktisch im metallischen Zustand zurückgewonnen werden. Darüber hinaus kann das Harz als Karbid oder als reines Brenngas benutzt werden. Weiterhin

180000  
D 19781654 T1

kann die vorliegende Erfindung wirksam den Harzanteil und das Metall von dem Gegenstand abtrennen, in welchem das Harz und mehrere Metalle vereinigt sind.

Weiterhin können die Verarbeitungseinrichtung, das Verarbeitungssystem und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung einfach Kupfer im metallischen Zustand von dem Gegenstand zurückgewinnen, bei welchem Kupfer und Harz vereinigt sind. Das Harz kann als Karbid genutzt werden, oder als reines Brenngas.

Weiterhin können die Verarbeitungseinrichtung, das Verarbeitungssystem und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung einfach Aluminium in metallischem Zustand von dem Gegenstand zurückgewinnen, in welchem Harz und Aluminium vereinigt sind. Das aus dem Harz zurückgewonnene Brenngas kann als Heizvorrichtung der Verarbeitungseinrichtung verwendet werden. Darüber hinaus kann elektrischer Strom, der durch dieses Brenngas erzeugt wird, für den Betrieb der Verarbeitungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden, oder kann verkauft werden, wodurch sich die Betriebskosten wesentlich verringern lassen. Darüber hinaus ist das Karbid hervorragend als Aktivkohle oder Dünger zu verwenden.

Da die Verarbeitungseinrichtung, das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung einen hervorragenden Energiewirkungsgrad aufweisen, können sie den Gegenstand aus einem umfassenderen Bereich von Kategorien bearbeiten, zur Werterhöhung und Umwandlung in Ressourcen. Die Verarbeitungseinrichtung und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung können daher sicher und wirksam derartige Gegenstände verarbeiten, die auf komplizierte Weise vereinigt ausgebildet sind, beispielsweise zwischen Harz und Metall, zwischen einem Substrat und einem elektronischen

Bauteil, oder zwischen Metallen, ohne sie in Ressourcen umzuwandeln.

#### INDUSTRIELLE VERWENDBARKEIT

Wie voranstehend geschildert können die Verarbeitungseinrichtung, das Verarbeitungssystem und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung dadurch Blei entfernen, daß es aus einem Gegenstand verdampft wird, der Blei enthält. Weiterhin kann Blei von einem Gegenstand entfernt werden, der Blei und Harz enthält. Das Harz kann durch selektive Pyrolyse, Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung zurückgewonnen werden.

Durch Entfernung von Blei kann die Umweltverschmutzung verhindert werden, wodurch negative Einwirkungen auf die Gesundheit verringert werden. Darüber hinaus kann die Verknappung von Deponieflächen verhindert werden.

Weiterhin können die Verarbeitungseinrichtung, das Verarbeitungssystem und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung selbst aus einem Gegenstand, der Harz und Metall enthält, durch Verdampfung des Metalls das Metall im metallischen Zustand zurückgewinnen. Das Harz kann verdampft werden, in Öl umgewandelt werden, oder verkohlt werden, um zurückgewonnen zu werden.

Weiterhin können die Verarbeitungseinrichtung, das Verarbeitungssystem und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung eine Verbindung dadurch aufbrechen, daß die Verbindungsmetalle des Gegenstands verdampft werden, der durch Metalle verbunden ist. Durch Verdampfung der Verbindungsmetalle des durch eine Legierung verbundenen Gegenstands kann darüber hinaus die Verbindung gelöst werden. Selbst wenn der Gegenstand Harz enthält, kann der Harzanteil

durch Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung zurückgewonnen werden.

Weiterhin können die Verarbeitungseinrichtung, das Verarbeitungssystem und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung eine Verbindung dadurch lösen, daß die Metallbestandteile einer Lotlegierung des Gegenstands verdampft werden, der durch die Lotlegierung verbunden ist. Selbst wenn die Lotlegierung schädliches Blei enthält, kann sie verarbeitet werden.

Weiterhin können die Verarbeitungseinrichtung, das Verarbeitungssystem und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung durch Verarbeitung eines bestückten Substrats, bei welchem elektronische Bauteile auf einer Leiterplatte angebracht sind, wirksam den Gegenstand in eine Leiterplatte und die elektronischen Bauteile aufteilen. Selbst wenn eine bleihaltige Lotlegierung in einer Leiterplatte für die Verbindung zwischen den elektronischen Bauteilen verwendet wird, kann eine wirksame Trennung durchgeführt werden, und kann das schädliche Blei zurückgewonnen werden. Der Harzanteil des bestückten Substrats kann durch Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung zurückgewonnen werden.

Weiterhin können die Verarbeitungseinrichtung, das Verarbeitungssystem und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung wirksam und kostengünstig einen Gegenstand verarbeiten, der Metall und Harz als Bestandteile aufweist. Die Metalle können im metallischen Zustand zurückgewonnen werden. Weiterhin kann das Harz durch Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung zurückgewonnen werden. Darüber hinaus kann die vorliegende Erfindung wirksam den Harzanteil und die Metalle von dem Gegenstand trennen, bei welchem das Harz und mehrere Metalle vereinigt sind.

Weiterhin können die Verarbeitungseinrichtung, das Verarbeitungssystem und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung einfach Kupfer in metallischem Zustand aus einem Gegenstand zurückgewinnen, bei welchem das Harz und der Kupfer vereinigt sind. Das Harz kann durch Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung zurückgewonnen werden.

Weiterhin können die Verarbeitungseinrichtung, das Verarbeitungssystem und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung einfach Aluminium in metallischem Zustand aus einem Gegenstand zurückgewinnen, bei welchem Harz und Aluminium vereinigt sind. Das Harz kann durch Verdampfung, Umwandlung in Öl, Verkohlung zurückgewonnen werden.

Das aus dem Harz zurückgewonnene Öl kann als Brennstoff oder Ressourcen verwendet werden. Darüber hinaus sind Karbide hervorragend als Aktivkohle oder Dünger.

Weiterhin können die Verarbeitungseinrichtung, das Verarbeitungssystem und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung, welche einen hervorragenden Energiewirkungsgrad aufweisen, den Wert von Gegenständen in einem weiten Kategorienbereich erhöhen, durch ihre Verarbeitung, wodurch sie in Ressourcen umgewandelt werden.

Die Verarbeitungseinrichtung, das Verarbeitungssystem und das Verarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung können daher einen Gegenstand dadurch in Ressourcen umwandeln, daß sie die Komplexität des Gegenstands beseitigen, ausgehend von dem komplizierten vereinigten Gegenstand aus Harz und Metall, dem Substrat und den elektronischen Bauteilen, und vereinigten Metallen wie etwa Legierungen.

242

258

DE 197 81 654 T

197 81 654.1

ZUSAMMENFASSUNG

Eine Verarbeitungseinrichtung, welche Harze bzw. Metalle von einem Gegenstand abtrennen und zurückgewinnen kann, welcher verarbeitet wird, der Harze und Metalle als Bestandteile aufweist, weist einen gasdichten Bereich (102) auf, in welchem die Temperatur und der Druck so geregelt werden, daß eine selektive thermische Zerlegung von Harzen aus dem zu verarbeitenden Gegenstand (150) ermöglicht wird, einen zweiten gasdichten Bereich (103), der von dem ersten gasdichten Bereich durch eine zu öffnende und zu schließende Trenneinrichtung (105C) abgetrennt ist, und in welchem Temperatur und Druck so geregelt sind, daß eine selektive Verdampfung von Metallen von dem Gegenstand ermöglicht wird, eine erste Rückgewinnungsvorrichtung (111), die mit dem ersten gasdichten Bereich verbunden ist, um Gase zurückzugewinnen, die durch thermische Zerlegung von Harzen erzeugt werden, und eine zweite Rückgewinnungsvorrichtung (115), die an den zweiten gasdichten Bereich angeschlossen ist, um verdampfte Metalle zurückzugewinnen.

DE 097 81 654 T1

243

BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

<b>Fig. 2</b>	<b>211</b>	<b>Abfallgasverarbeitungseinrichtung</b>
	<b>106</b>	<b>Absaugsystem</b>
	<b>110</b>	<b>Absaugsystem</b>
	<b>114</b>	<b>Absaugsystem</b>
	<b>116</b>	<b>Absaugsystem</b>
	<b>107</b>	<b>Falle</b>
	<b>111</b>	<b>Ölkondensationsvorrichtung</b>
	<b>115</b>	<b>Rückgewinnungskammer</b>
	<b>118</b>	<b>Falle</b>
	<b>f</b>	<b>Monitor</b>
	<b>202a</b>	<b>Drucksensor</b>
	<b>201b</b>	<b>Temperatursensor</b>
	<b>202b</b>	<b>Drucksensor</b>
	<b>203</b>	<b>Sauerstoffkonzentrationssensor</b>
	<b>201c</b>	<b>Temperatursensor</b>
	<b>202c</b>	<b>Drucksensor</b>
	<b>202d</b>	<b>Drucksensor</b>
	<b>200</b>	<b>Steuerfeld</b>
	<b>a</b>	<b>Spülraum</b>
	<b>b</b>	<b>Erster gasdichter Raum</b>
	<b>c</b>	<b>Zweiter gasdichter Raum</b>
	<b>d</b>	<b>Kühlraum</b>
	<b>e</b>	<b>Steuersignal</b>
	<b>204</b>	<b>Trägergasvorratsbehälter</b>

244  
125 DE 1978 1 654 11

<b>Fig. 4</b>	<b>408</b>	Trägergasvorratsbehälter
	<b>401</b>	Erster gasdichter Raum
	<b>402</b>	Zweiter gasdichter Raum
	<b>404</b>	Ölkondensationsvorrichtung
	<b>403</b>	Absaugsystem
	<b>406</b>	Rückgewinnungskammer
	<b>405</b>	Absaugsystem

<b>Fig. 5</b>	<b>517</b>	Trägergasvorratsbehälter
	<b>501</b>	Spülraum
	<b>502</b>	Erster gasdichter Raum
	<b>503</b>	Zweiter gasdichter Raum
	<b>504</b>	Dritter gasdichter Raum
	<b>505</b>	Kühlraum
	<b>506</b>	Falle
	<b>507</b>	Absaugsystem
	<b>508</b>	Ölkondensationsvorrichtung
	<b>509</b>	Absaugsystem
	<b>510</b>	Rückgewinnungskammer
	<b>511</b>	Absaugsystem
	<b>512</b>	Rückgewinnungskammer
	<b>513</b>	Absaugsystem
	<b>514</b>	Falle
	<b>515</b>	Absaugsystem

245

15. DE 1978 1 654 T

Fig. 6	607	Trägergasvorratsbehälter
	601	Gasdichter Behälter
	605	Rückgewinnungskammer
	606	Absaugsystem
	605	Rückgewinnungskammer
	606	Absaugsystem
	602	Ölkondensationsvorrichtung
	603	Absaugsystem
	602	Ölkondensationsvorrichtung
	603	Absaugsystem
	604	Abfallgasverarbeitungseinrichtung

Fig. 7	611	Steuervorrichtung
	a	Temperaturstellvorrichtung
	b	Druckeinstellvorrichtung
	c	Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung
	d	Heizvorrichtung
	e	Temperatursensor
	f	Druckbeaufschlagungssystem
	g	Absaugsystem
	h	Drucksensor
	i	Trägergaseinlaßsystem
	j	Sauerstoffkonzentrationssensor

246

15 · DE · 1978 · 1654 TT

Fig. 9	102	Erster gasdichter Raum
	103	Zweiter gasdichter Raum
	104	Kühlraum
	901	Rückgewinnungsraum
	115	Rückgewinnungskammer
	114	Absaugsystem
	115	Rückgewinnungskammer
	114	Absaugsystem

Fig. 13	a	Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )
	b	Druck (Torr)

Fig. 18	a	Atmosphärendruck (Torr)
	b	Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )

Fig. 19	a	Freie Bildungsenergie $\Delta G^\circ$
	b	Temperatur (K)

Fig. 29	a	Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )
---------	---	-----------------------------------

Fig. 30	a	Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )
---------	---	-----------------------------------

Fig. 32	a	Verarbeiteter Gegenstand
	20	Pyrolyseofen
	50	Druckverringerungs/Heizofen
	b	Karbid und Metall
	30	Gaszerlegungsbehälter
	55	Absaugsystem
	60	Rückgewinnungskammer
	c	Metall
	40	Kühlturn
	d	Neutralisierungsvorrichtung
	e	Sauberer Brenngas
	f	Abfallgasverarbeitungssystem

Fig. 33	a	Abfallgas
	b	Gasförmiger Abfall
	c	Pyrolyserest
	d	Verarbeiteter Gegenstand
	e	Brenngas

Fig. 34	a	Abfallgas
	b	Luft
	c	Reformiertes Gas
	d	Abfallgas
	e	Reformiertes Gas
	f	Luft
	g	Sauberer Brenngas

248  
16 · DE 1978 1 654 T1

Fig. 35	a	Kühlgas
	b	Abfallgas
	c	Kühlmedium
	d	Kühlmedium
	e	Kühlgas
	f	Abfallgas
	g	Kühlmedium
	h	Kühlmedium
	i	Kalkpulver (Neutralisierungsmittel)

Fig. 36	a	Unterhalb 150 °C
	b	Quenchreaktionsturm
	c	Wasser H <sub>2</sub> O
	d	Gelöschter Kalk
	e	Ca(OH)
	f	Spezielles Hilfsmittel
	g	Feines Teilchen
	h	Feststoffmaterial

249

1 DE 1978 0654 T1

Fig. 38	a	Verarbeiteter Gegenstand
	20	Pyrolyseofen
	b	Verbrennungsofen
	50	Druckverringerungs/Heizofen
	c	Pyrolyserestverarbeitungssystem
	d	Karbid/Metall
	30	Gaszerlegungsbehälter
	55	Absaugsystem
	60	Rückgewinnungskammer
	e	Metall
	f	Abfallgasverarbeitungssystem
	40	Kühlturm
	61	Neutralisierungsturm
	62	Entschwefelungsturm
	63	Aktivkohlefilter
	62	Abfallgasmonitor
	g	Ausstoß
	h	Gasturbinengenerator
	i	Abfallgas
	j	Elektrizität
	k	Brenngas
	l	Abfallgas

250  
→ DE 1973 654 T1

Fig. 39	a	(Vorliegende Erfindung)
	b	Abfall
	c	Pyrolyse
	d	Abfallgas
	e	Pyrolyserest
	f	Reformierung von Gas
	g	Druckverringerungs/Erhitzung
	h	Brenngas
	i	Rückgewinnung wertvoller Substanz
	j	(Herkömmlich)
	k	Abfall
	l	Verbrennung
	m	Abfall
	n	Pyrolyse
	o	Pyrolysegas
	p	Pyrolysekoks
	q	Verbrennung/Schmelzen
	r	Luft
	s	Abfallgas
	t	Geschmolzene Schlacke

251

DE 197.81.654 T1

Fig. 40	a	Abfall-Kraftfahrzeug
	b	Vor-Shredder
	c	Bandförderer
	d	Rollenzufuhr
	e	Shredder
	f	Magnettrennvorrichtung
	g	Vibrationszufuhr für Magnettrenner
	h	Vibrationszufuhr für Windsichtung
	i	Vibrationsförderer für Nicht-Eisen
	j	Eisen
	k	Nicht-Eisen
	l	Nicht-Metalle
	m	Staubsammler
	n	Staubsammler
	o	Gebläse
	p	Gebläse
	q	Vibrationsförderer
	r	Zyklon
	s	Zyklon
	t	Staubvorabscheider
	u	Shredderstaub

252

15.09.00  
DE 197 81 654 T1

Fig. 42	211	Abfallgasverarbeitungseinrichtung
	106	Absaugsystem
	110	Absaugsystem
	114	Absaugsystem
	116	Absaugsystem
	107	Falle
	111	Rückgewinnungskammer
	115	Rückgewinnungskammer
	118	Falle
	a	Monitor
	202a	Drucksensor
	201b	Temperatursensor
	202b	Drucksensor
	203	Sauerstoffkonzentrationssensor
	201c	Temperatursensor
	202c	Drucksensor
	202d	Drucksensor
	200	Steuerfeld
	b	Spülraum
	c	Erster gasdichter Raum
	d	Zweiter gasdichter Raum
	e	Kühlraum
	f	Steuersignal
	204	Trägergasvorratsbehälter

253

15.00.00  
DE 19781654 T1

Fig. 44	408	Trägergasvorratsbehälter
	401	Erster gasdichter Raum
	402	Zweiter gasdichter Raum
	404	Rückgewinnungskammer
	406	Rückgewinnungskammer
	403	Absaugsystem
	405	Absaugsystem

Fig. 45	517	Trägergasvorratsbehälter
	501	Spülraum
	502	Erster gasdichter Raum
	503	Zweiter gasdichter Raum
	504	Dritter gasdichter Raum
	505	Kühlraum
	506	Falle
	507	Absaugsystem
	508	Rückgewinnungskammer
	509	Absaugsystem
	510	Rückgewinnungskammer
	511	Absaugsystem
	512	Rückgewinnungskammer
	513	Absaugsystem
	514	Falle
	515	Absaugsystem

254

AODE 19781654 T1

Fig. 46	607	Trägergasvorratsbehälter
	601	Gasdichter Behälter
	605	Rückgewinnungskammer
	606	Absaugsystem
	605	Rückgewinnungskammer
	606	Absaugsystem
	602	Rückgewinnungskammer
	602	Rückgewinnungskammer
	603	Absaugsystem
	603	Absaugsystem
	604	Abfallgasverarbeitungseinrichtung

Fig. 47	611	Steuervorrichtung
	a	Temperaturinstellvorrichtung
	b	Druckeinstellvorrichtung
	c	Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung
	d	Heizvorrichtung
	e	Temperatursensor
	f	Druckbeaufschlagungssystem
	g	Absaugsystem
	h	Drucksensor
	i	Trägergaseinlaßsystem
	j	Sauerstoffkonzentrationsensor

Fig. 48	605	Rückgewinnungskammer
	606	Absaugsystem

255  
13 DE 1978 654 T1

Fig. 49	102	Erster gasdichter Raum
	103	Zweiter gasdichter Raum
	104	Kühlraum
	901	Rückgewinnungsraum
	114	Absaugsystem
	115	Rückgewinnungskammer
	115	Rückgewinnungskammer
	114	Absaugsystem

Fig. 52	a	Temperatur ( $^{\circ}$ C)
	b	Temperatur (Torr)

Fig. 57	a	Atmosphärendruck (Torr)
	b	Temperatur ( $^{\circ}$ C)

Fig. 58	a	Freie Bildungsenergie $\Delta G^{\circ}$
	b	Temperatur (K)

256

1978 654 T1

Fig. 62	a	Quenchreaktor
	b	Beutelfilter
	c	Gaszerlegungsbehälter
	d	Schlamm
	e	Schlamm
	f	Sauberer Brenngas
	g	Pyrolyseofen
	h	Druckverringerungs/Heizofen
	i	Separator
	j	Druckverringerungs/Heizofen
	k	Separator
	l	Reinigungseinrichtung
	m	Abfall-Leiterplatte
	n	Kondensator
	o	Bauteil im Gehäuse
	p	Kondensator
	q	Schwermetalle
	r	Schlacke
	s	Ausgestoßenes Wasser

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verarbeitungseinrichtung zur Verarbeitung eines Gegenstands, der ein Harz und ein Metall als Bestandteile aufweist, welche aufweist:

eine erste gasdichte Zone, die mit einer Temperatureinstellvorrichtung und einer Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks und der Temperatur in der gasdichten Zone versehen ist, so daß das Harz des Gegenstands selektiv pyrolysiert wird;

eine zweite gasdichte Zone, die durch eine Trennwand, die geöffnet und geschlossen werden kann, von der ersten gasdichten Zone getrennt ist, wobei die zweite gasdichte Zone mit einer Temperatureinstellvorrichtung und einer Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur und des Drucks in der zweiten gasdichten Zone versehen, so daß das Metall in dem Gegenstand selektiv verdampft wird;

eine erste Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung von Gasen, die durch Pyrolyse des Harzes erzeugt werden, wobei die erste Rückgewinnungsvorrichtung mit der ersten gasdichten Zone verbunden ist; und

eine zweite Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des aus dem Gegenstand verdampften Metalls, wobei die zweite Rückgewinnungsvorrichtung mit der zweiten gasdichten Zone verbunden ist.

2. Verarbeitungseinrichtung nach Anspruch 1, welche weiterhin aufweist:

eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung zur Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der ersten gasdichten Zone.

3. Verarbeitungseinrichtung zur Verarbeitung eines Gegenstands, der ein Harz und ein Metall als Bestandteile aufweist, und welche aufweist:

eine gasdichte Kammer, welche in sich den Gegenstand halten kann, und welche mit einer Temperaturreinstellvorrichtung und einer Druckeinstellvorrichtung und einer Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung versehen ist;

eine erste Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung von Gasen, die durch Pyrolyse des Harzes erzeugt werden, wenn die Temperatur und die Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so eingestellt werden, daß das Harz des Gegenstands pyrolysiert wird, wobei die erste Rückgewinnungsvorrichtung mit der gasdichten Kammer verbunden ist;

eine zweite Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung eines ersten Metalls, welches aus dem Objekt verdampft, wenn die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer so eingestellt sind, daß das erste Metall des Gegenstands selektiv verdampft wird, wobei die zweite Rückgewinnungsvorrichtung mit der gasdichten Kammer verbunden ist.

4. Verarbeitungssystem zur Verarbeitung eines Gegenstands, der Blei als Bestandteil enthält, wobei das System aufweist:

24 DE 1978 1554 T1

eine gasdichte Kammer, die den zu verarbeitenden Gegenstand in sich halten kann;

eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer;

eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer;

eine Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung auf solche Weise, daß das Blei in dem Gegenstand selektiv verdampft wird; und

zumindest eine Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des aus dem Gegenstand verdampften Bleis, wobei die Rückgewinnungsvorrichtung mit der gasdichten Kammer verbunden ist.

5. Verarbeitungssystem zur Verarbeitung eines Gegenstands, welcher Blei und ein Harz als Bestandteile aufweist, und welches aufweist:

eine gasdichte Kammer, welche den zu verarbeitenden Gegenstand halten kann;

eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer;

eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer;

eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung zur Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer;

eine erste Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung so, daß das Harz des Gegenstands selektiv pyrolysiert wird;

eine zweite Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung so, daß die Temperatur und der Druck in der gasdichten Kammer dazu führen, daß das Blei in dem Gegenstand selektiv verdampft;

zumindest eine erste Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung von Gasen, die durch Pyrolyse des Harzes erzeugt werden, wobei die erste Rückgewinnungsvorrichtung an die gasdichte Kammer angeschlossen ist; und

zumindest eine zweite Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des Bleis, welches aus dem verarbeiteten Gegenstand verdampft wurde, wobei die zweite Rückgewinnungsvorrichtung mit der gasdichten Kammer verbunden ist.

6. Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, welcher Blei als Bestandteile aufweist, mit folgenden Schritten:

Abdichtung einer gasdichten Kammer nach Einbringen des zu verarbeitenden Gegenstands in die gasdichte Kammer;

Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer so, daß das Blei in dem Gegenstand selektiv verdampft wird; und

Rückgewinnung des aus dem Gegenstand verdampften Bleis.

7. Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, der Blei und ein Harz als Bestandteile aufweist, mit:

Abdichtung einer gasdichten Kammer nach Einbringen des zu verarbeitenden Gegenstands in die gasdichte Kammer;

einem ersten Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so, daß das Harz des Gegenstands selektiv pyrolysiert wird;

einem zweiten Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer so, daß das Blei in dem Gegenstand selektiv verdampft wird;

einem ersten Rückgewinnungsschritt zur Rückgewinnung von Gasen, die durch Pyrolyse des Harzes erzeugt werden; und

einem zweiten Rückgewinnungsschritt zur Rückgewinnung des aus dem Gegenstand verdampften Bleis.

8. Verarbeitungssystem zur Verarbeitung eines Gegenstands, der einen ersten Gegenstand und einen zweiten Gegenstand enthält, die durch ein Metall verbunden sind, wobei das System aufweist:

eine gasdichte Kammer, welche in sich den Gegenstand halten kann;

eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer;

~~247~~ DE 19781654 T1

eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer; und

eine Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung so, daß das Metall, welches den ersten Gegenstand und den zweiten Gegenstand verbindet, verdampft wird.

9. Verarbeitungssystem zur Verarbeitung eines Gegenstands, der einen ersten Gegenstand und einen zweiten Gegenstand aufweist, wobei der erste Gegenstand und der zweite Gegenstand durch eine Legierung eines ersten Metalls und eines zweiten Metalls verbunden sind, und der Gegenstand zumindest ein Harz als Bestandteil aufweist, wobei das System aufweist.

eine gasdichte Kammer, welche in sich den Gegenstand halten kann;

eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer;

eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer;

eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung zur Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer;

eine erste Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung so, daß das Harz des Gegenstands selektiv pyrolysiert wird;

248 DE 1978 1654 T1

eine zweite Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung so, daß das erste Metall der Legierung des Gegenstands selektiv verdampft wird;

eine dritte Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung so, daß das zweite Metall der Legierung des Gegenstands verdampft wird;

zumindest eine erste Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung von Gasen, die durch die Pyrolyse des Harzes erzeugt werden; und

zumindest eine zweite Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des ersten Metalls, welches aus der Legierung verdampfte.

10. Verarbeitungssystem nach Anspruch 9, welches weiterhin aufweist:

zumindest eine dritte Rückgewinnungsvorrichtung zur Rückgewinnung des zweiten Metalls, welches aus der Legierung verdampfte.

11. Verarbeitungssystem nach einem der Ansprüche 9 oder 10,

wobei das erste Metall zumindest ein Element ist, welches ausgesucht ist aus Zn, Cd, Hg, Ga, As, In, Tl, Sn, Pb, Sb, Bi, Ag oder In.

12. Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, der einen ersten Gegenstand und einen zweiten Gegenstand aufweist, die durch ein Metall verbunden sind, mit folgenden Schritten:

*264*

*249 DE 19781634 T1*

Abdichtung einer gasdichten Kammer nach Einbringen des Gegenstands in die gasdichte Kammer; und

Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer so, daß das Metall des Gegenstands verdampft wird.

13. Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, der einen ersten Gegenstand und einen zweiten Gegenstand aufweist, wobei der erste Gegenstand und der zweite Gegenstand durch eine Legierung aus einem ersten Metall und einem zweiten Metall verbunden sind, und der Gegenstand zumindest ein Harz als Bestandteil aufweist, mit folgenden Schritten:

Abdichtung einer gasdichten Kammer nach Einbringen des Gegenstands in die gasdichte Kammer;

einem ersten Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so, daß das Harz des Gegenstands selektiv pyrolysiert wird;

einem zweiten Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer so, daß das erste Metall in der Legierung des Gegenstands selektiv verdampft wird;

einem dritten Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer so, daß das zweite Metall in der Legierung des Gegenstands verdampft wird;

~~265~~

~~250~~

15.00.00  
DE 19781654 T1

einem ersten Rückgewinnungsschritt zur Rückgewinnung eines Gases, welches durch Pyrolyse des Harzes erzeugt wird; und

einem zweiten Rückgewinnungsschritt zur Rückgewinnung des ersten Metalls, welches aus der Legierung verdampfte.

14. Verarbeitungssystem zur Verarbeitung eines Gegenstands, der vereinigt ein Harz und ein Metall enthält, wobei das System aufweist:

eine gasdichte Kammer, die in sich den Gegenstand halten kann;

eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer;

eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer; und

eine Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung in der gasdichten Kammer so, daß das Harz des Gegenstands selektiv pyrolysiert wird.

15. Verarbeitungssystem zur Verarbeitung eines Gegenstands, der vereinigt ein Harz und ein Metall enthält, wobei das System aufweist:

eine gasdichte Kammer, die den zu verarbeitenden Gegenstand in sich halten kann;

eine Temperatureinstellvorrichtung zur Einstellung der Temperatur in der gasdichten Kammer;

eine Druckeinstellvorrichtung zur Einstellung des Drucks in der gasdichten Kammer;

eine Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung zur Einstellung der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer; und

eine Steuervorrichtung zum Steuern der Temperatureinstellvorrichtung und der Druckeinstellvorrichtung und der Sauerstoffkonzentrationseinstellvorrichtung in der gasdichten Kammer so, daß selektiv das Harz des Gegenstands pyrolysiert wird.

16. Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, der vereinigt ein Harz und ein Metall enthält, mit folgenden Schritten:

Einbringen des Gegenstands in eine gasdichte Kammer; und

Einstellung der Temperatur und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so, daß selektiv das Harz des Gegenstands pyrolysiert wird.

17. Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, der zusammenlaminiert ein Harz und ein Metall enthält, mit folgenden Schritten:

Einbringen eines Gegenstands in eine gasdichte Kammer;

Einstellung der Temperatur und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so, daß selektiv das Harz des Gegenstands pyrolysiert wird; und

*267*

*252*

DE 197 81 654 T1

Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer so, daß das Metall des Gegenstands geschmolzen wird, und die Oberfläche des Metalls reduziert wird.

18. Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, der vereinigt ein Harz, ein erstes Metall und ein zweites Metall enthält, mit folgenden Schritten:

Einbringen des Gegenstands in eine gasdichte Kammer;

einem ersten Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und der Sauerstoffkonzentration in der gasdichten Kammer so, daß selektiv das Harz des Gegenstands pyrolysiert wird;

einem zweiten Steuerschritt zur Einstellung der Temperatur und des Drucks in der gasdichten Kammer so, daß selektiv das erste Metall des Gegenstands verdampft wird; und

Rückgewinnung des ersten Metalls, welches aus dem Gegenstand verdampfte.

19. Verarbeitungseinrichtung zur Verarbeitung eines Gegenstands, der ein Harz und ein Metall enthält, und welche aufweist:

eine erste Pyrolysevorrichtung zum Pyrolyseren des Gegenstands auf einer ersten Temperatur;

eine Reformierungsvorrichtung zum Reformieren eines Abfallgases, welches von dem Gegenstand erzeugt wurde, bei einer derartigen zweiten Temperatur, daß Dioxine

~~268~~

~~253~~

DE 19781654 T1

zersetzt werden, wobei die Reformierungsvorrichtung mit der Pyrolysevorrichtung verbunden ist; und

eine Kühlvorrichtung zur Schnellabkühlung des Abfallgases auf eine dritte Temperatur so, daß eine Erhöhung der Konzentration der Dioxine in dem Abfallgas unterdrückt wird, die bei der zweiten Temperatur reformiert wurden, wobei die Kühlvorrichtung mit der Reformierungsvorrichtung verbunden ist;

eine Vorrichtung zum Verdampfung des Metalls, welches in einem Rest enthalten ist, der durch Pyrolyse des Gegenstands erzeugt wird, wobei die Verdampfungsvorrichtung den Rest unter verringertem Druck erhitzten kann; und

eine Vorrichtung zum Kondensieren des Metalls, welches aus dem Rest des Gegenstands verdampfte.

20. Verarbeitungseinrichtung zur Verarbeitung eines Gegenstands, der ein Harz und ein Metall enthält, und welche aufweist:

eine erste Pyrolysevorrichtung zum Pyrolyseren des Gegenstands auf einer ersten Temperatur;

eine zweite Pyrolysevorrichtung zum Pyrolyseren eines Abfallgases, welches von dem Gegenstand erzeugt wird, bei einer zweiten Temperatur, die höher ist als die erste Temperatur, wobei die zweite Pyrolysevorrichtung mit der ersten Pyrolysevorrichtung verbunden ist;

eine Kühlvorrichtung zur Schnellabkühlung des Abfallgases, auf eine dritte Temperatur auf solche Weise, daß eine Erhöhung der Konzentration von Dioxinen

269

284 DE 19781654 T1

in den Abfallgasen, die bei der zweiten Temperatur pyrolysiert wurden, unterdrückt wird, wobei die Kühlvorrichtung mit der zweiten Pyrolysevorrichtung verbunden ist;

eine Vorrichtung zum Verdampfung des Metalls, welches in dem Rest enthalten ist, der durch Pyrolyse des Gegenstands erzeugt wurde, wobei die Verdampfungsvorrichtung den Rest unter verringertem Druck erhitzten kann; und

eine Vorrichtung zum Kondensieren des Metalls, das aus dem Rest des Gegenstands verdampfte.

21. Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, der ein Harz und ein Metall enthält, mit folgenden Schritten:

einem Pyrolyseschritt zum Pyrolyseren des Harzes des Gegenstands auf einer ersten Temperatur;

einem Reformierungsschritts zum Reformieren eines Abfallgases, welches von dem Gegenstand erzeugt wird, bei einer zweiten Temperatur, bei welcher Dioxine zerlegt werden;

einem Abkühlschritt zur Schnellabkühlung eines Abfallgases auf eine dritte Temperatur so, daß eine Erhöhung der Konzentration der Dioxine in dem reformierten Abfallgas unterdrückt wird;

einem Erhitzungsschritt zum Erhitzen des Rests, der durch Pyrolyse des Gegenstands erzeugt wird, unter verringertem Druck so, daß das in dem Rest enthaltene Metall verdampft wird; und

~~270~~

~~255~~

DE 197 81 654 T1

einem Kondensierungsschritt zum Kondensieren des Metalls, das aus dem Rest verdampfte.

22. Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, welche ein Harz und ein Metall enthält, mit folgenden Schritten:

einem ersten Pyrolyseschritt zum Pyrolysieren des Gegenstands bei einer ersten Temperatur;

einem zweiten Pyrolyseschritt zum Pyrolysieren eines Abfallgases, welches von dem Gegenstand erzeugt wird, bei einer zweiten Temperatur, die höher ist als die erste Temperatur;

einem Abkühlungsschritt zur Schnellabkühlung eines Abfallgases auf eine dritte Temperatur so, daß eine Erhöhung der Konzentration an Dioxinen in dem Abfallgas unterdrückt wird, welches bei der zweiten pyrolysiert wurde,

mit einer Heizvorrichtung zum Erhitzen des Rests, der durch Pyrolyse des Gegenstands erzeugt wird, unter verringertem Druck so, daß das in dem Rest des Gegenstands enthaltene Metall verdampft wird; und

einer Kondensierungsorrichtung zum Kondensieren des Metalls, welches aus dem Rest des Gegenstands verdampfte.

23. Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, welche ein Harz und ein erstes Metall und ein zweites Metall aufweist, mit folgenden Schritten:

*271*

*256 10E 1978 654 T1*

einem ersten Pyrolyseschritt zum Pyrolyseren des Gegenstands bei einer ersten Temperatur;

einem Reformierungsschritt zum Reformieren eines Abfallgases, welches von dem Gegenstand erzeugt wird, bei einer zweiten Temperatur, bei welcher Dioxine zersetzt werden;

mit einer Abkühlvorrichtung zur Schnellabkühlung des Abfallgases auf eine dritte Temperatur so, daß eine Erhöhung der Konzentration der Dioxine in dem Abfallgas unterdrückt wird, das bei der zweiten Temperatur reformiert wurde;

einem ersten Erhitzungsschritt zum Erhitzen eines Rests, der durch Pyrolyse des Gegenstands erzeugt wird, unter verringertem Druck so, daß das erste Metall verdampft wird, welches in dem Rest des Gegenstands enthalten ist, wobei das zweite Metall unverändert bleibt;

einem Kondensierungsschritt zum Kondensieren des ersten Metalls, welches aus dem Rest des Gegenstands verdampfte; und

einem zweiten Erhitzungsschritt zum Erhitzen des Rests unter verringertem Druck so, daß das zweite Metall geschmolzen wird, welches in dem Rest enthalten ist, aus welchem das erste Metall verdampfte.

24. Verarbeitungsverfahren nach Anspruch 8,

bei welchem der zweite Erhitzungsschritt dadurch durchgeführt wird, daß der Rest unter verringertem Druck erhitzt wird, um das zweite Metall zu schmelzen, welches in dem Rest enthalten ist, aus welchem das erste Metall

272

251 DE 1978 1654 T1

verdampfte, damit es sich infolge seiner Oberflächenspannung zusammenklumpt.

25. Verarbeitungsverfahren zur Verarbeitung eines Gegenstands, der ein Harz und ein Metall als Bestandteile aufweist, wobei der Gegenstand einen ersten Abschnitt und einen zweiten Abschnitt aufweist, die durch ein Verbindungsметall verbunden sind, mit folgenden Schritten:

einem Pyrolyseschritt zum Pyrolyseren des Gegenstands so, daß das Verbindungsметall beibehalten bleibt;

einem Reformierungsschritt zum Reformieren eines Abfallgases, welches von dem Gegenstand erzeugt wird, bei einer zweiten Temperatur, bei welcher Dioxine zersetzt werden;

einem Abkühlungsschritt zur Schnellabkühlung eines Abfallgases auf eine dritte Temperatur so, daß eine Erhöhung der Konzentration der Dioxine in dem reformierten Abfallgas unterdrückt wird; und

einem Erhitzungsschritt zum Erhitzen des Rests, der durch die Pyrolyse des Gegenstands erzeugt wird, unter verringertem Druck so, daß das Verbindungsметall des Gegenstands verdampft wird.

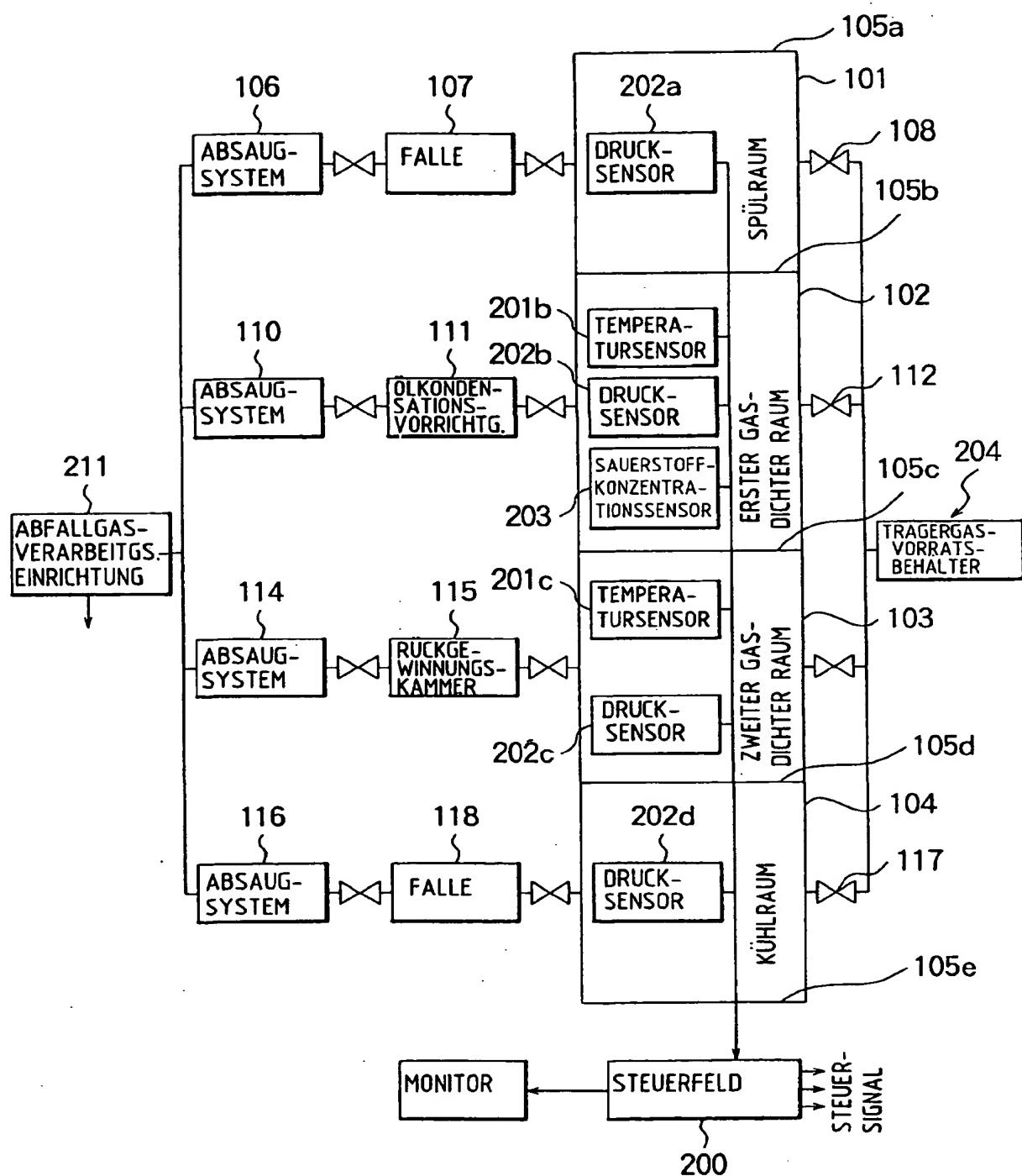
26. Verarbeitungsverfahren nach einem der Ansprüche unter den Ansprüchen 3 bis 7, wobei weiterhin vorgesehen ist:

ein Neutralisierungsschritt zum Neutralisieren des Abfallgases, welches in dem Abkühlungsschritt abgekühlt wurde.

274

14.10.93  
DF 197 81 654 T1

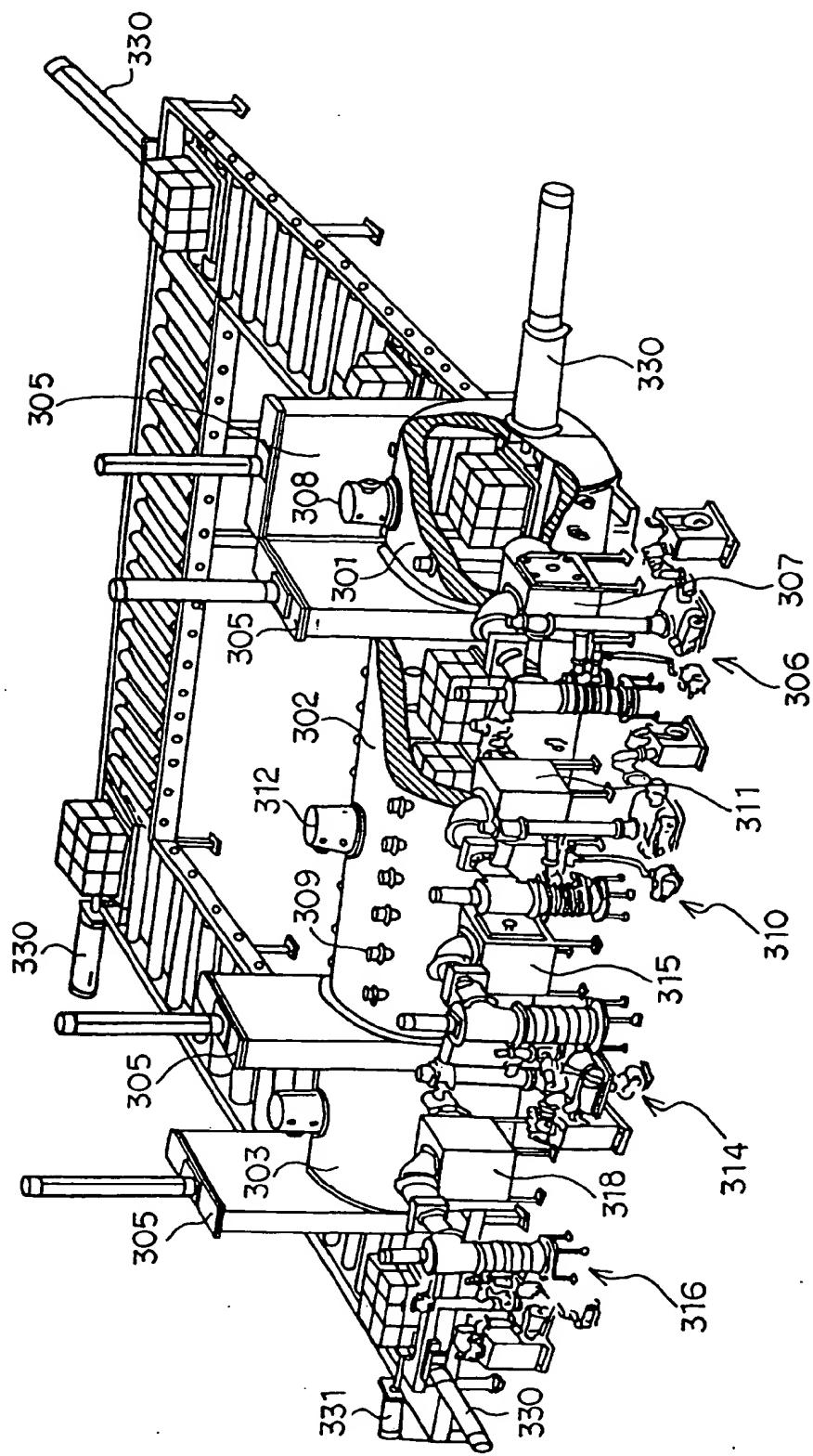
FIG. 2



225

DE 197 81654 T1  
10.00

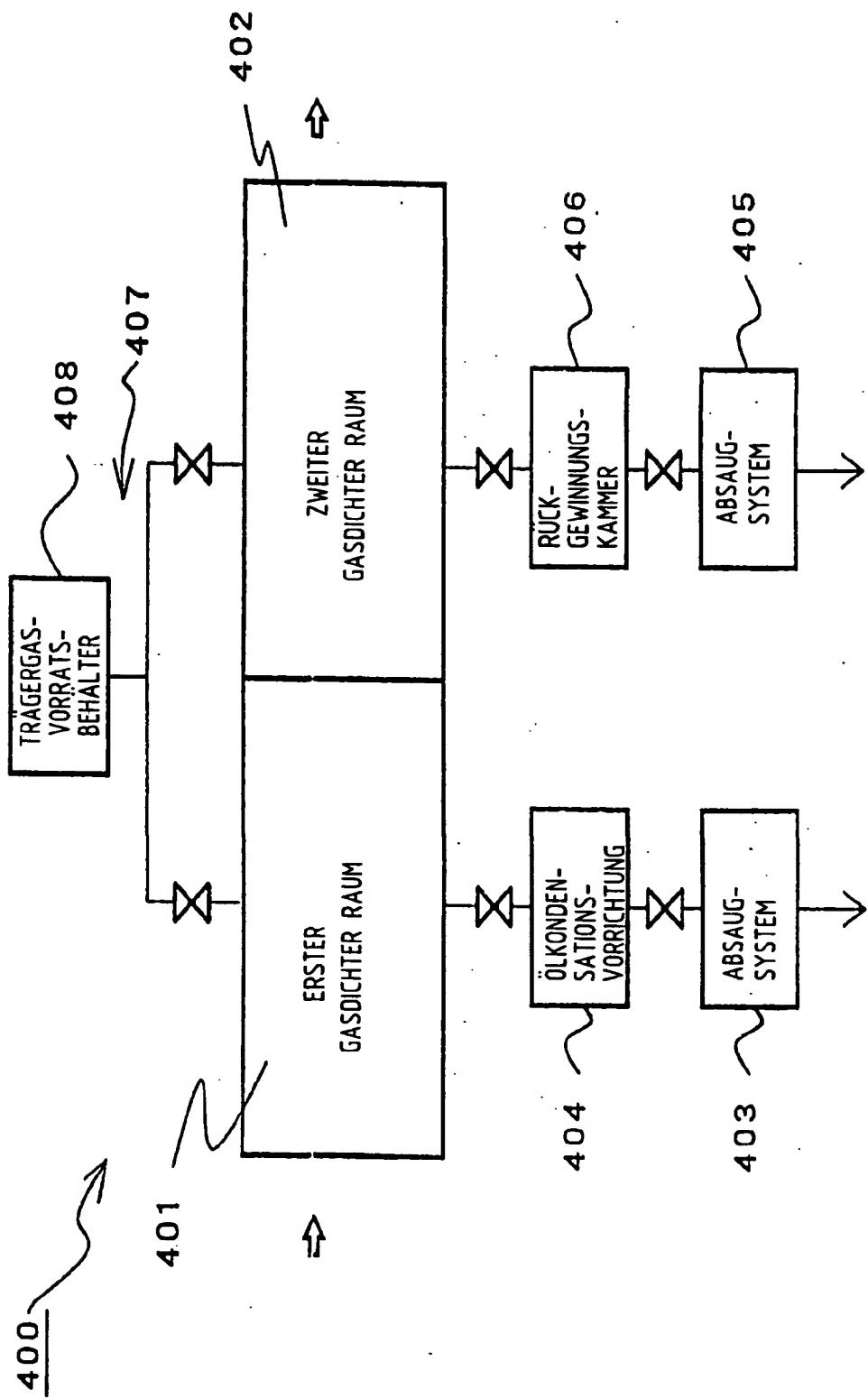
FIG. 3



276

DE 19781654 T1

FIG. 4



277

DF 1978155400

FIG. 5

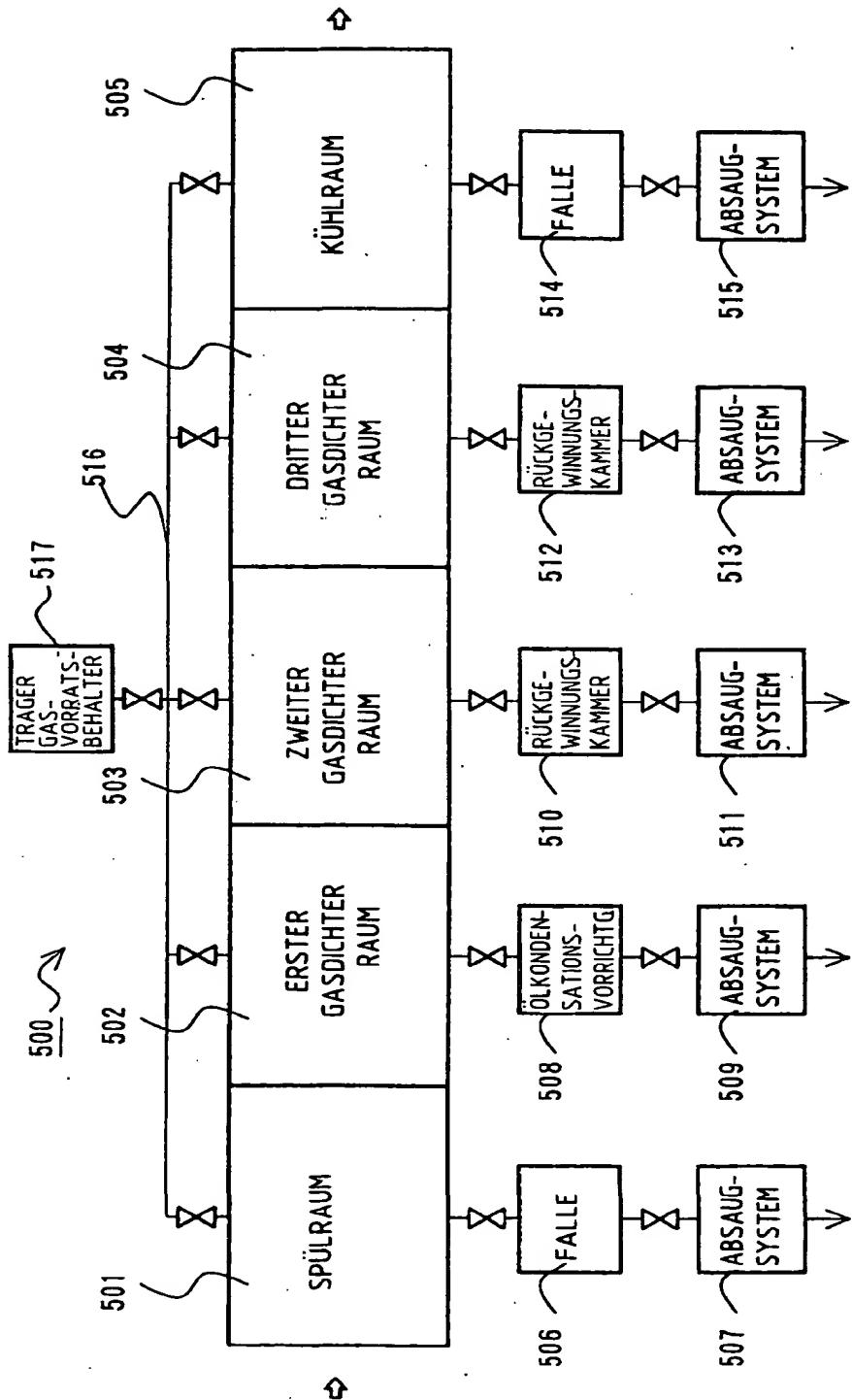
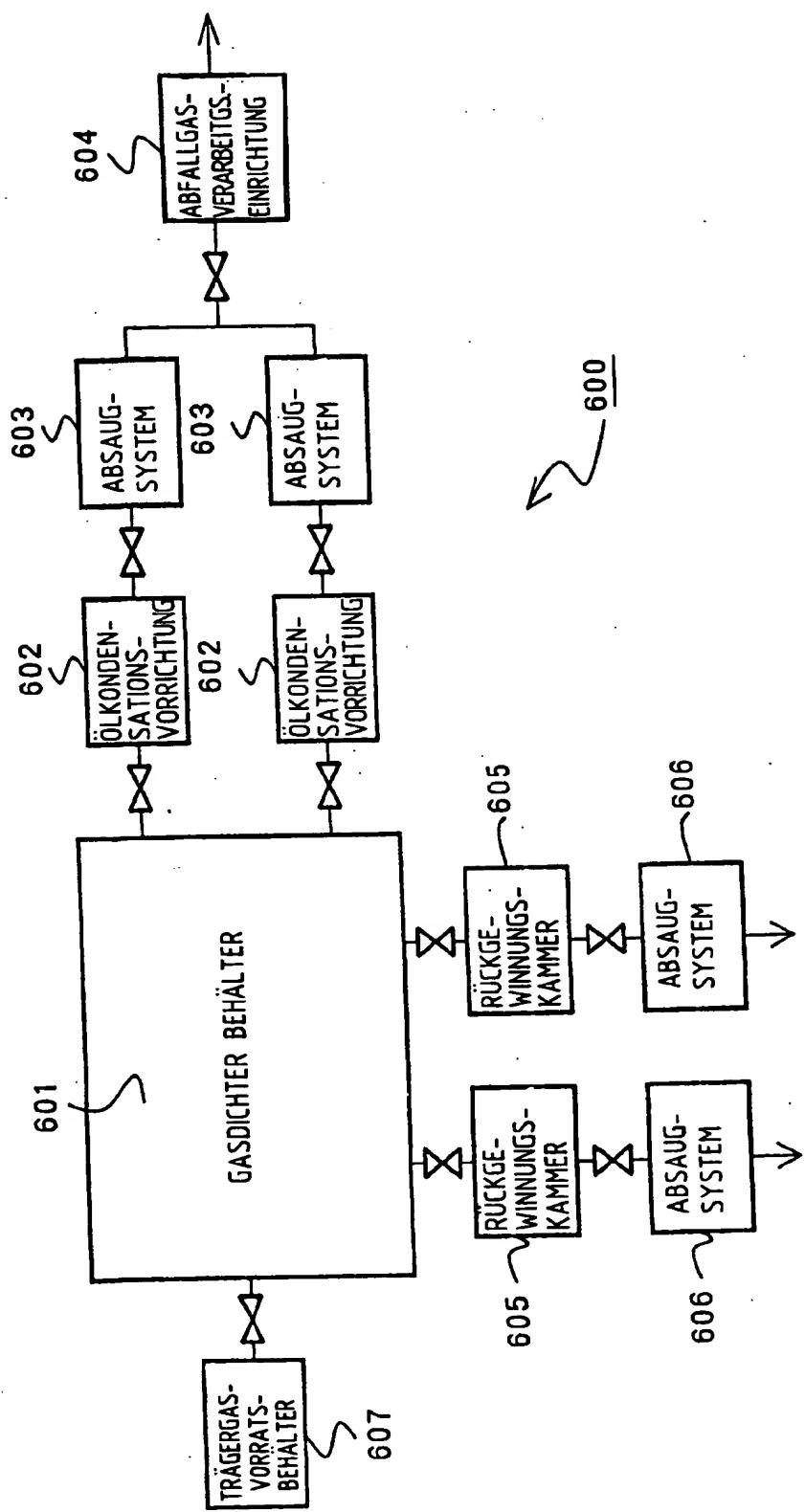


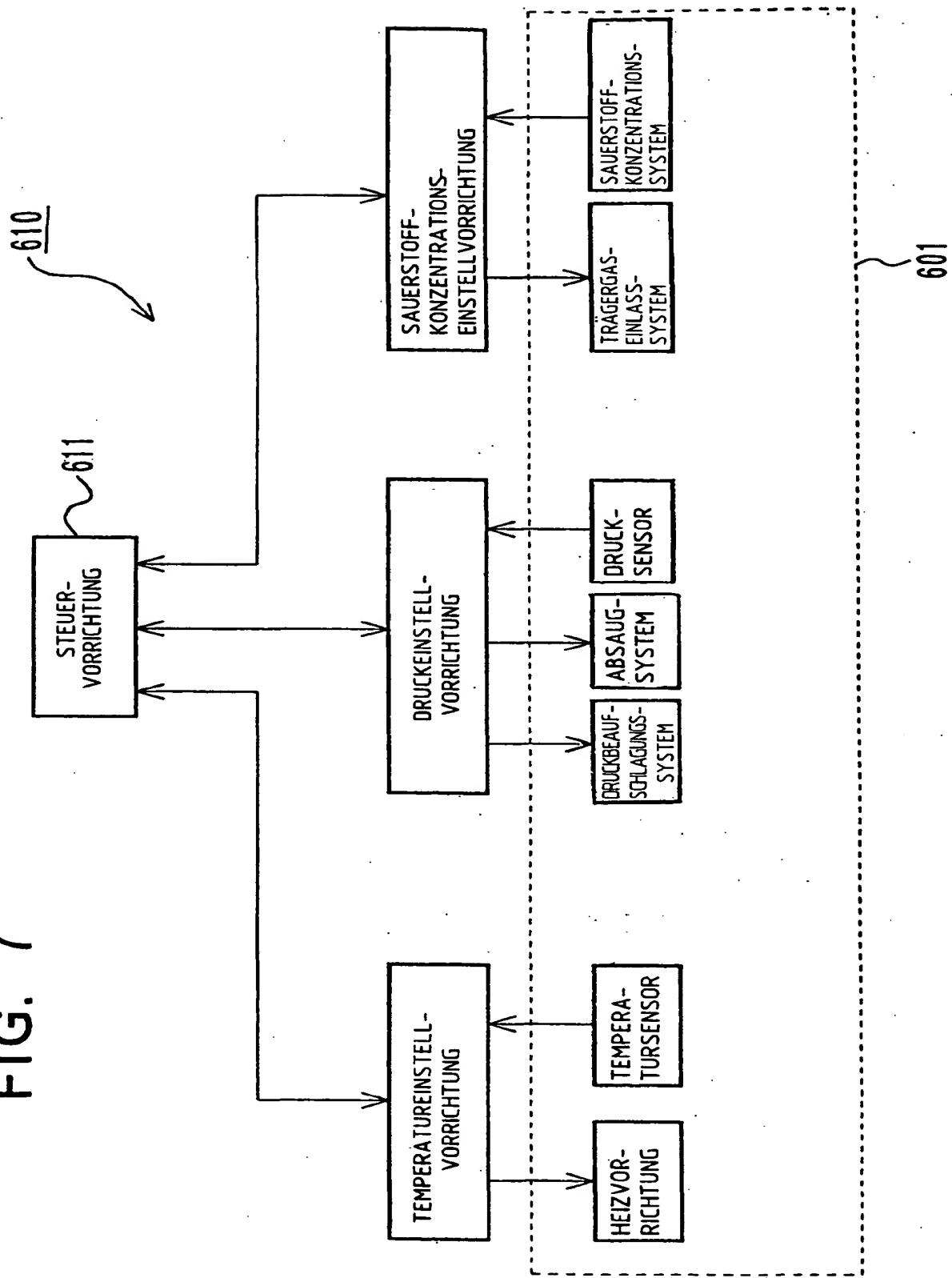
FIG. 6



279

DE 197.81654 T1

FIG. 7



14.12.98  
DE 197 81 654 T1

FIG. 8

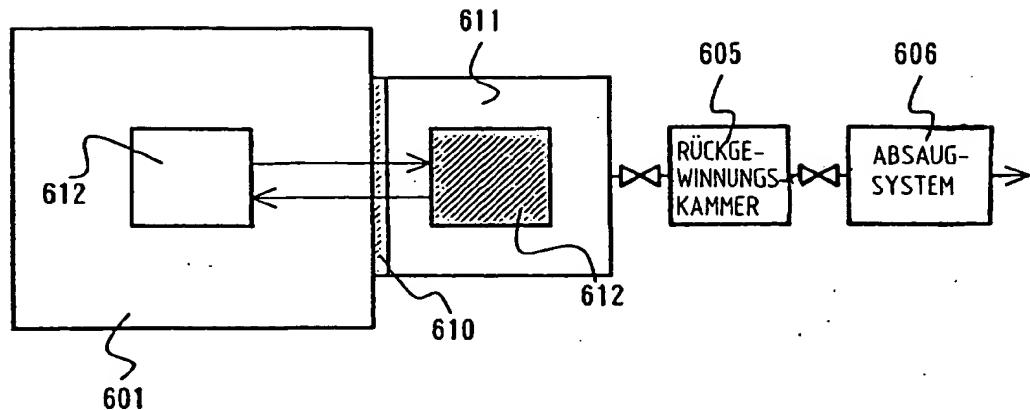
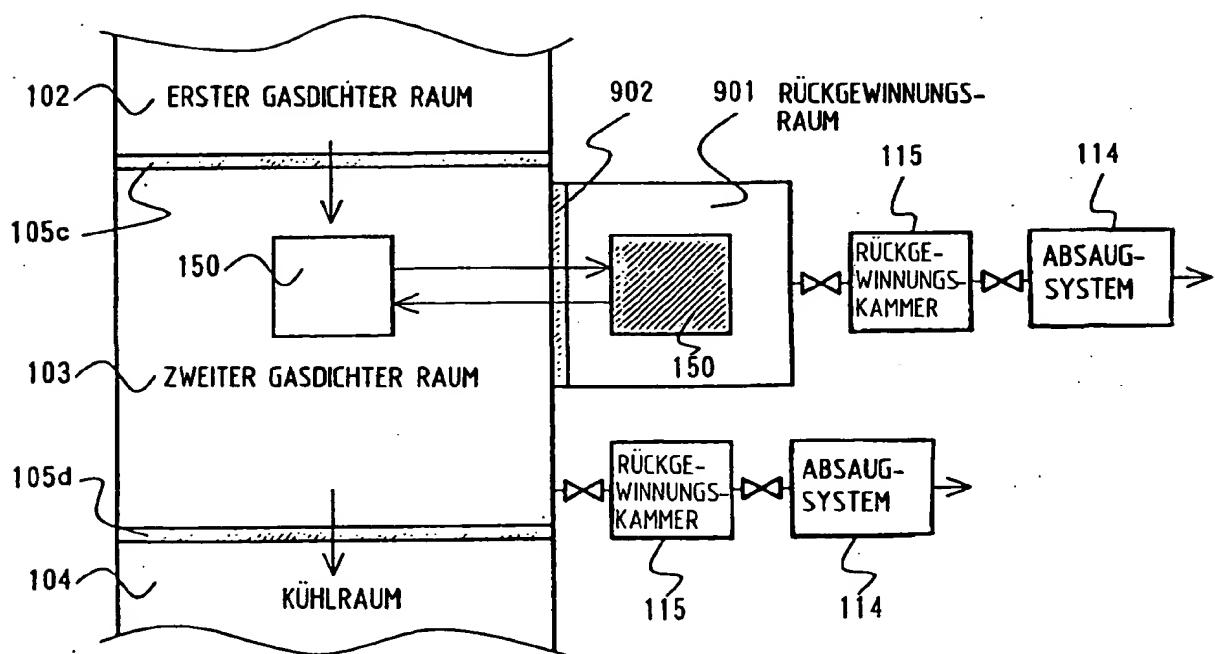


FIG. 9

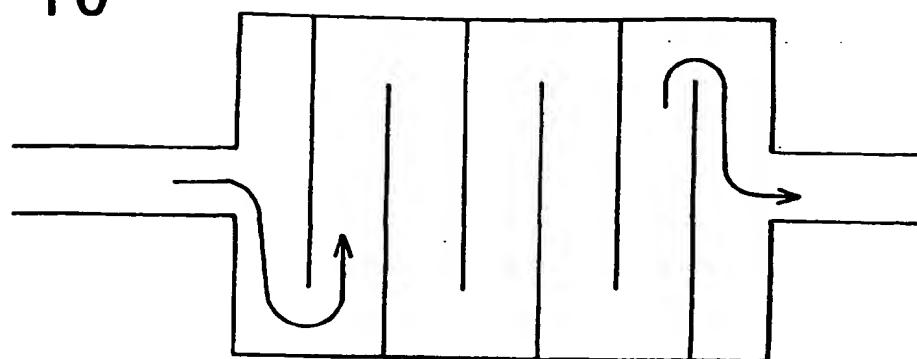


281

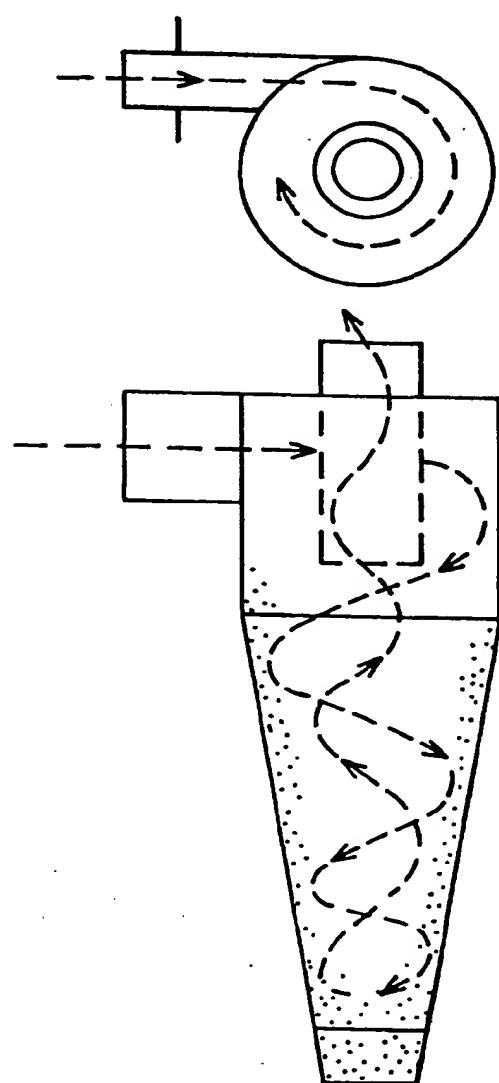
75 087

DE 1978 1654 T1

**FIG. 10**



**FIG. 11**



282

75 087

DE 19781654 T1  
14.10.88

FIG. 12

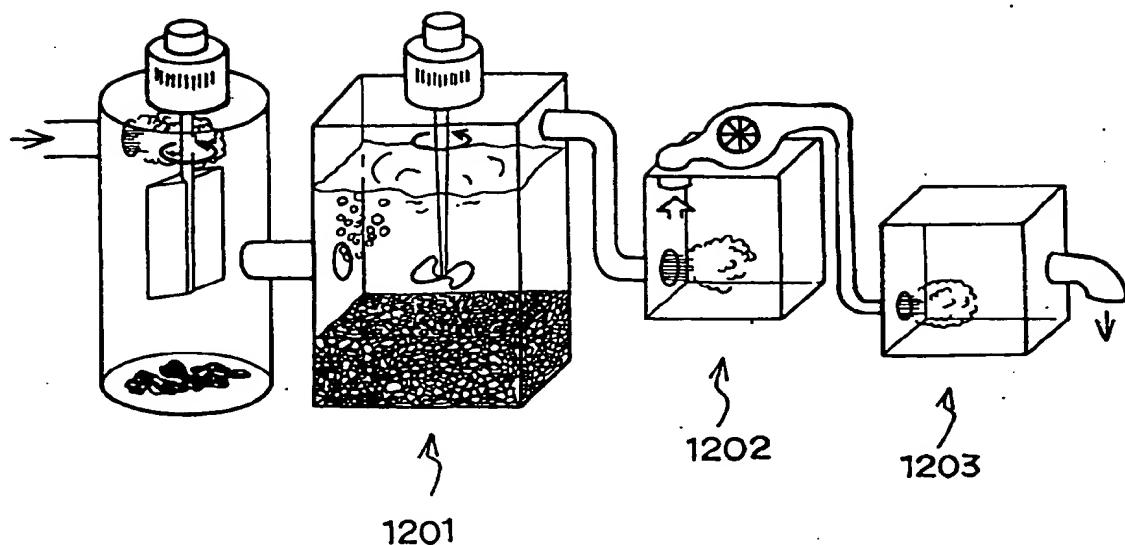
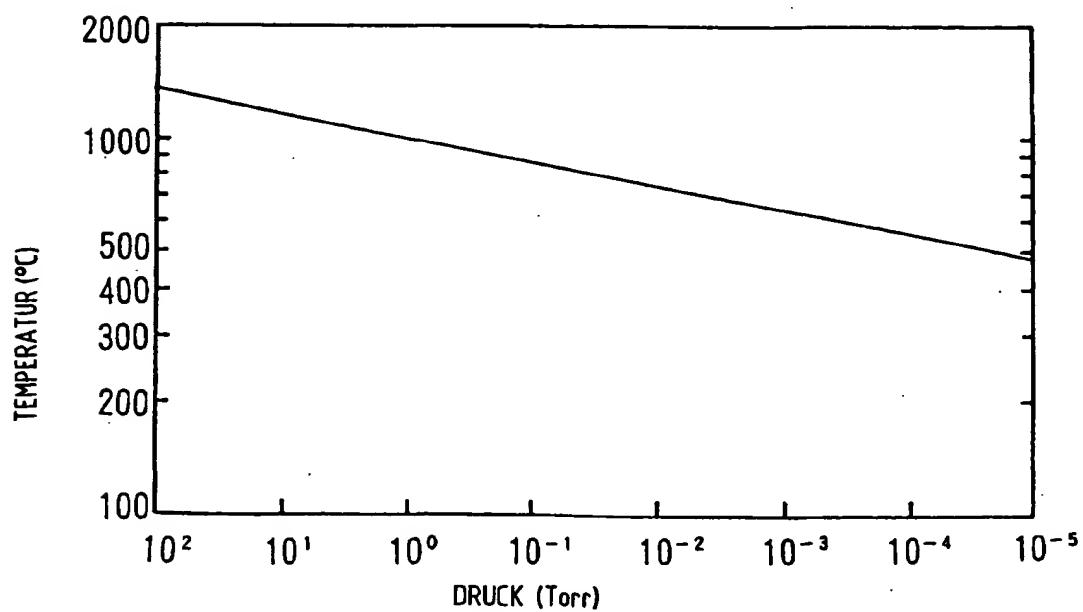
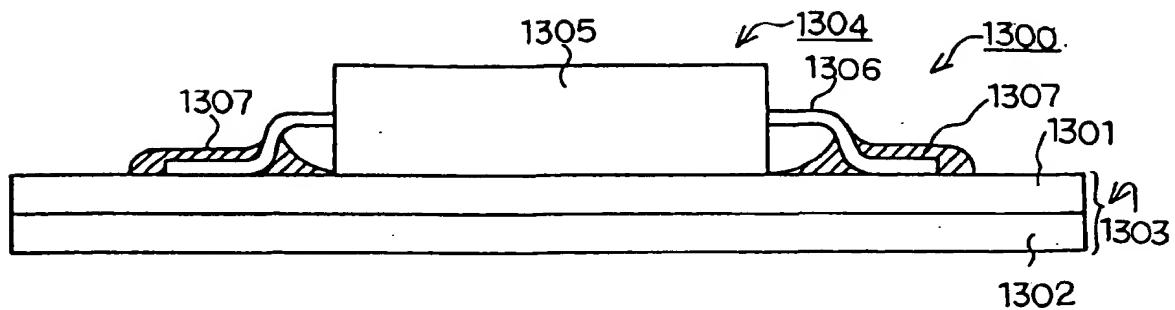
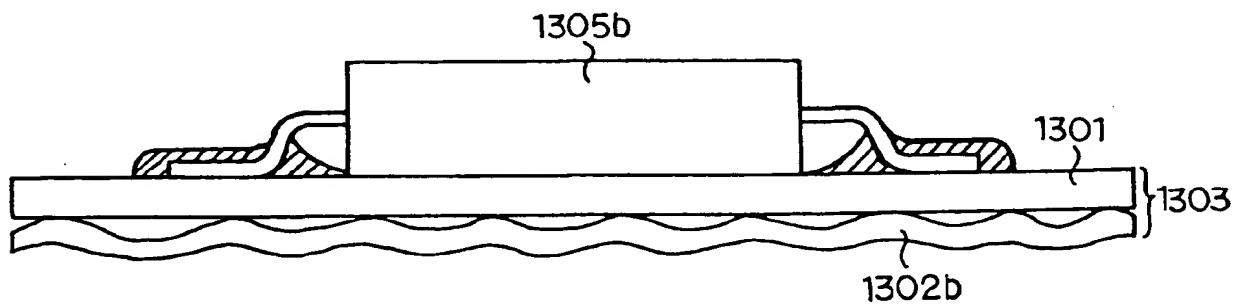
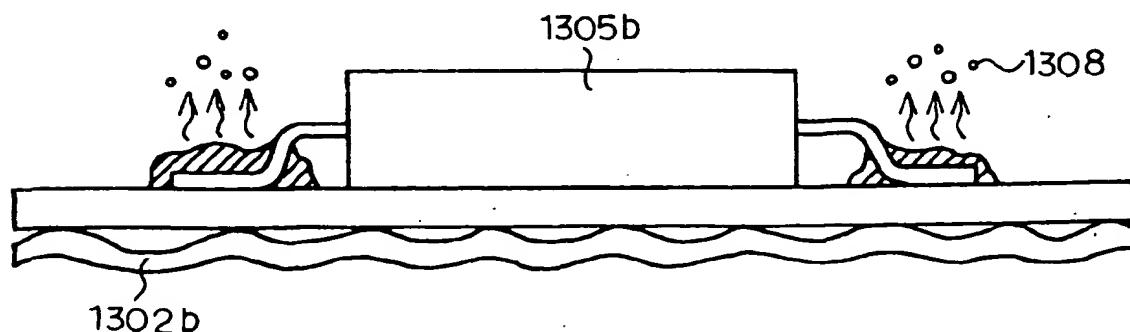


FIG. 13



DE 197 81 654 T1  
11 10 00

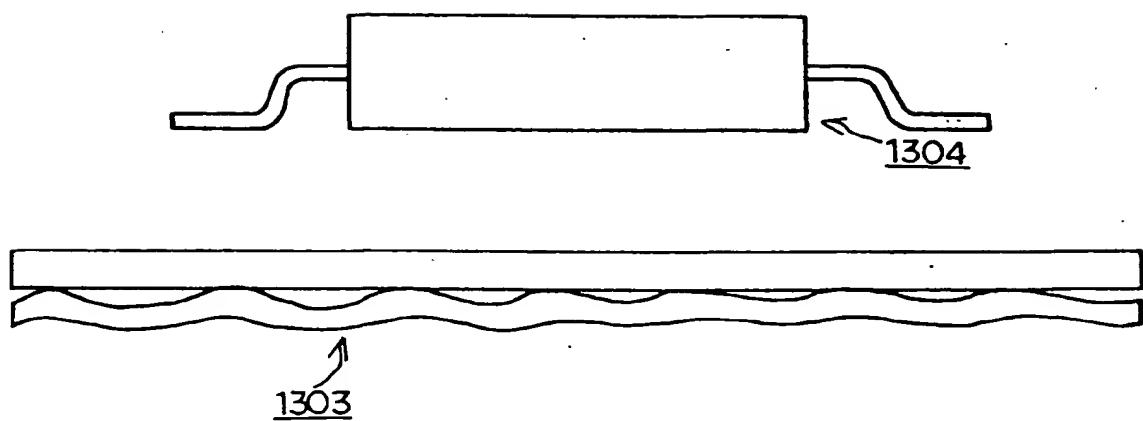
**FIG. 14****FIG. 15****FIG. 16**

284

75 087

DE 19781654 T1

FIG. 17

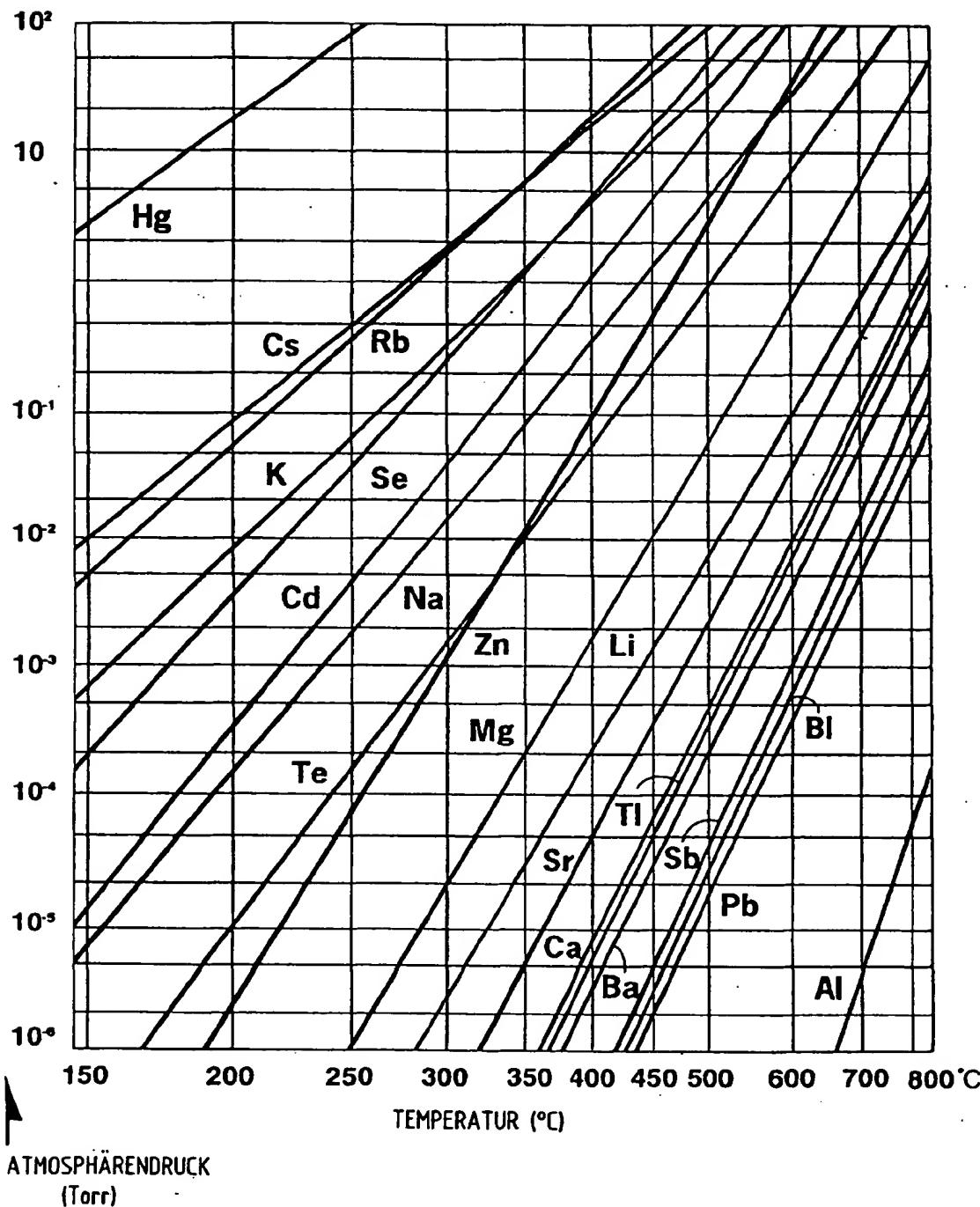


285

75 087

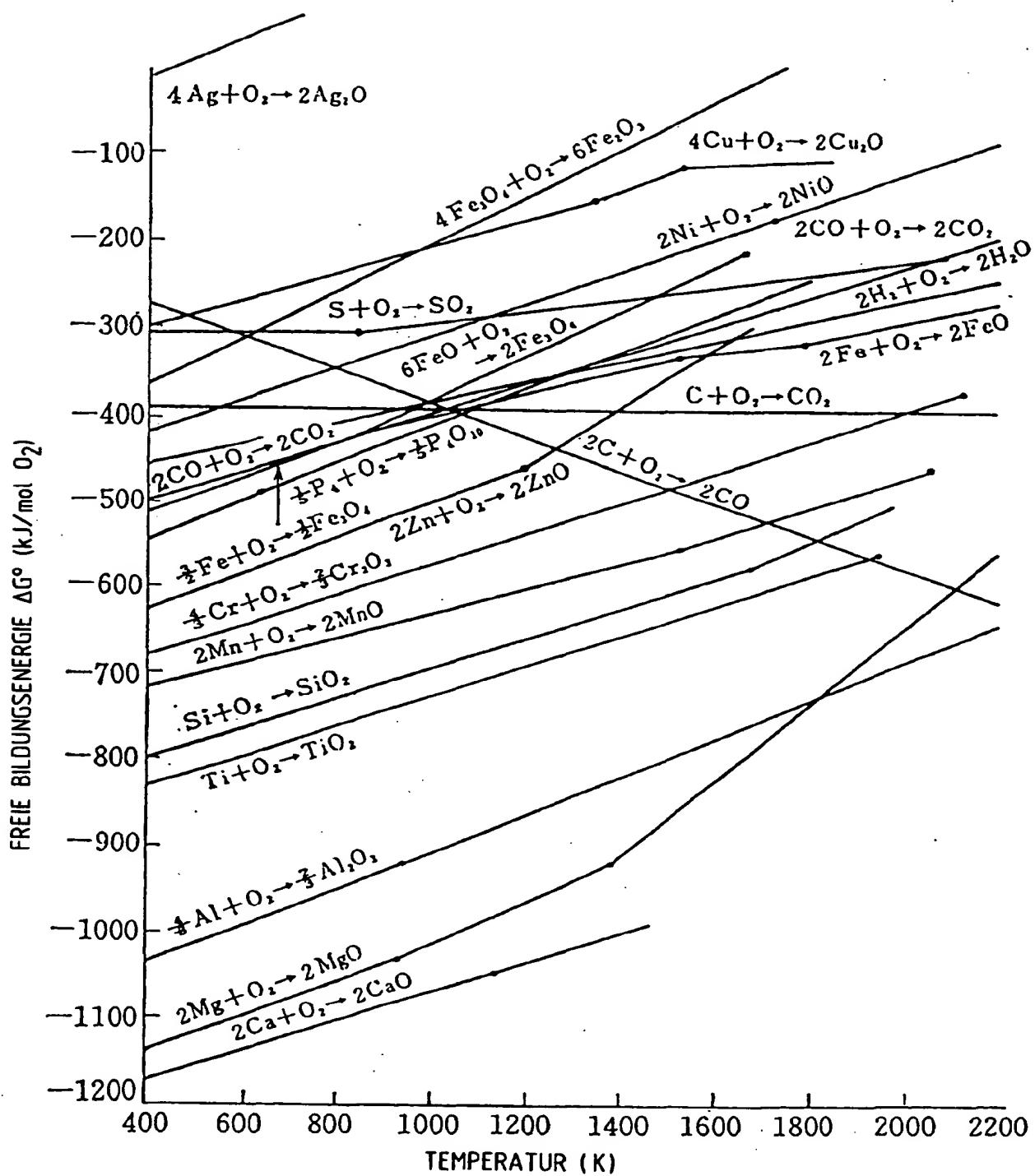
DE 19781654 T1

FIG. 18



DE 1978 1654 T1

FIG. 19

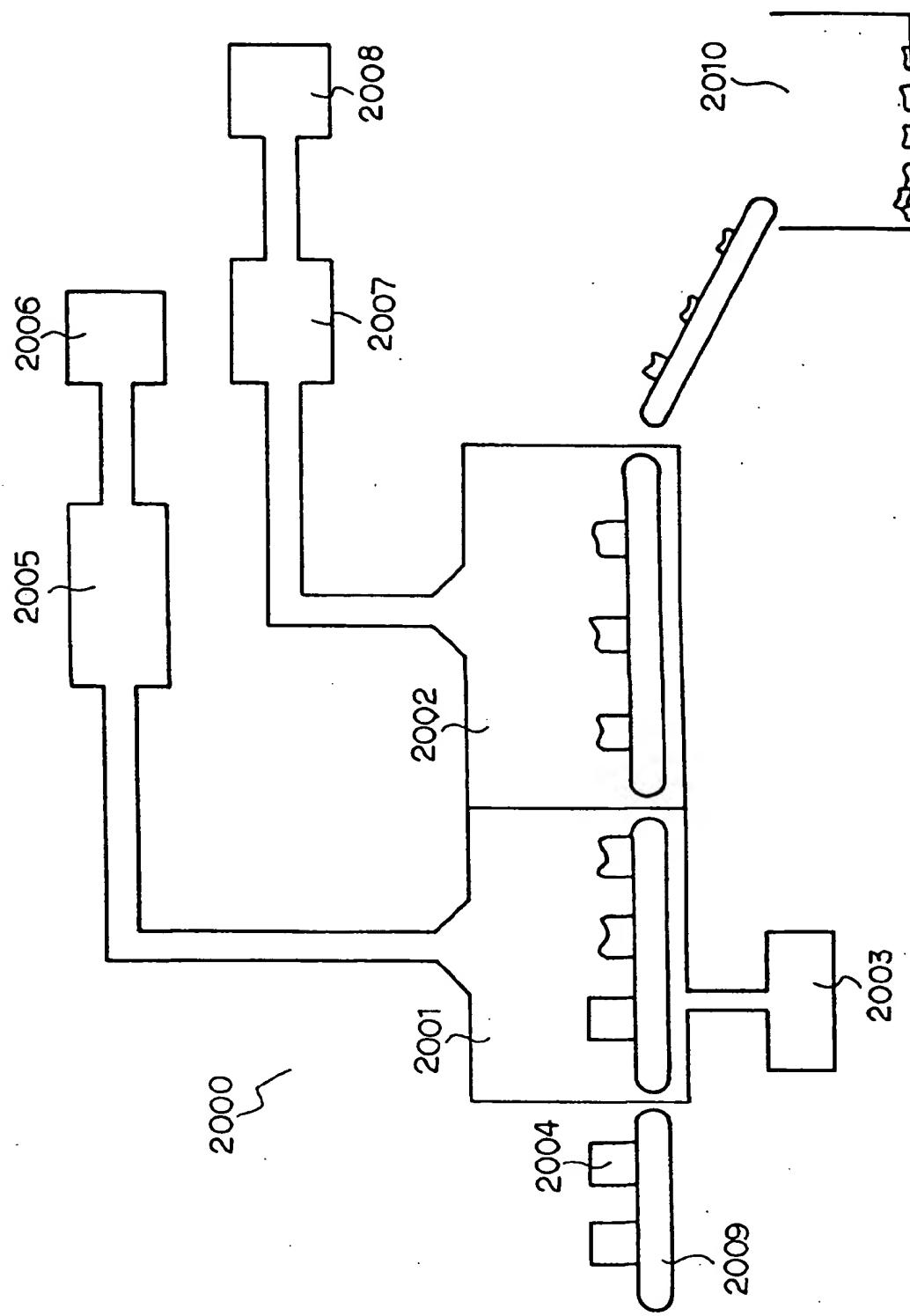


287

75 087

DE 19781654 T1

FIG. 20



288

75 087

DE 197.81.654 T1

FIG. 21

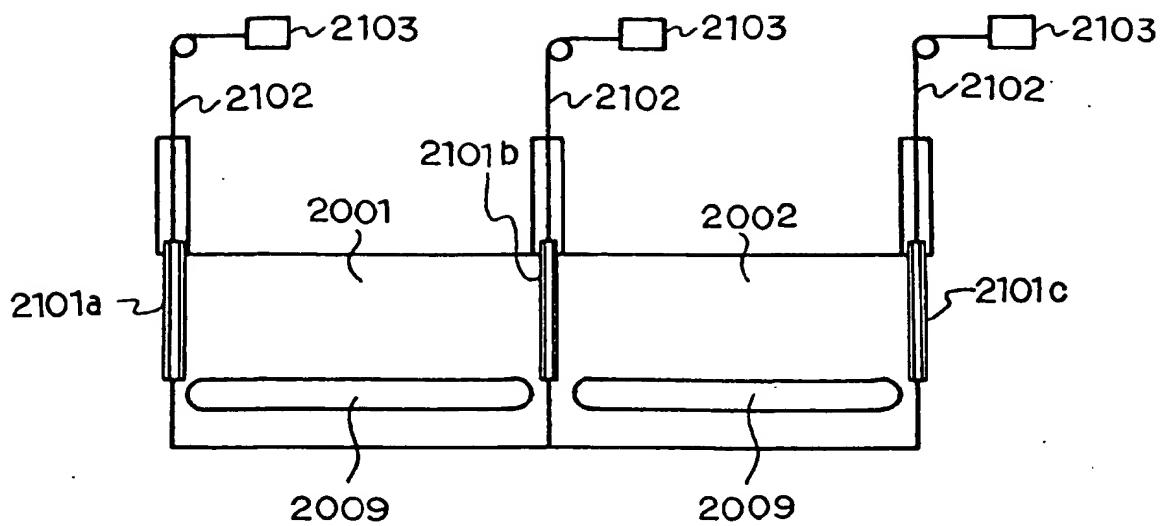
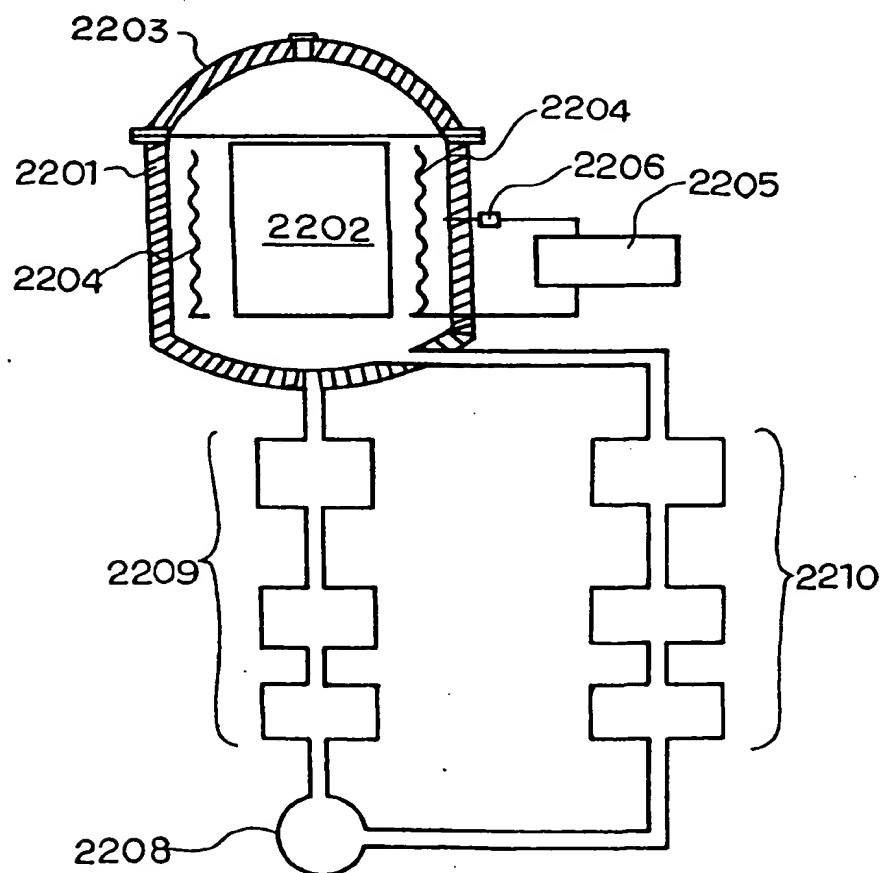


FIG. 22



289

75 087

D F 19784654 T1

FIG. 23

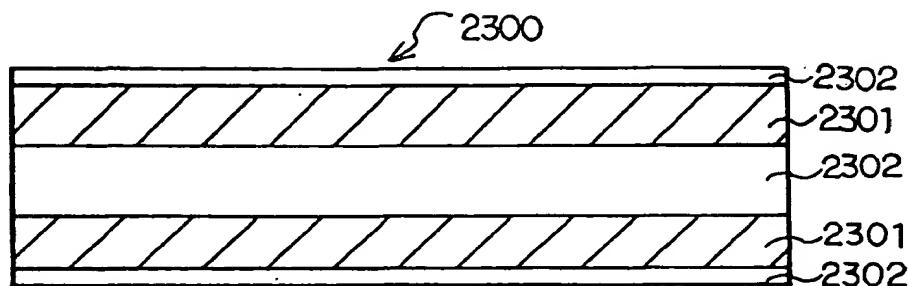


FIG. 24

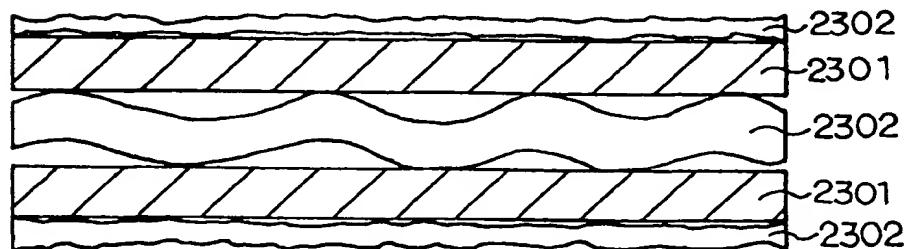
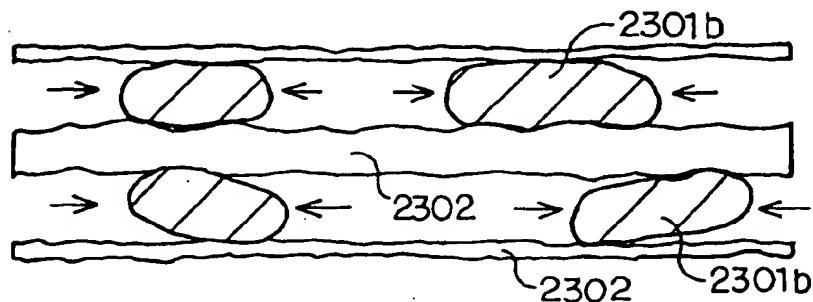


FIG. 25



290

75 087

DE 19781654 T1

FIG. 26

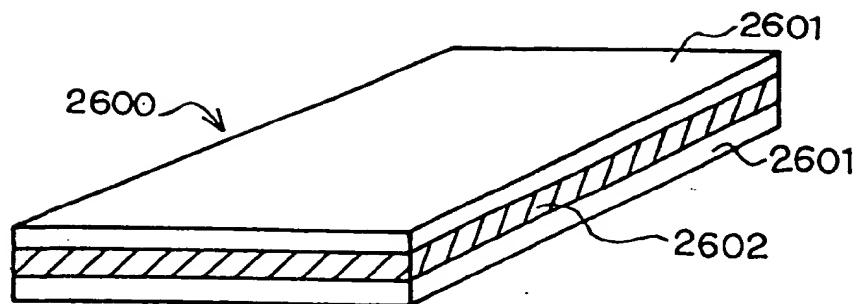


FIG. 27

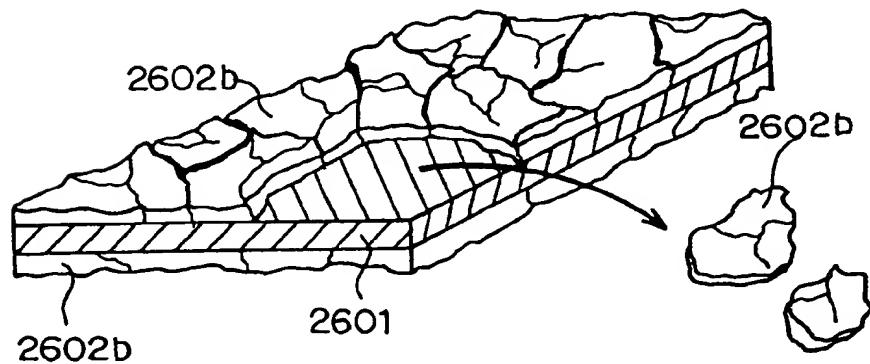
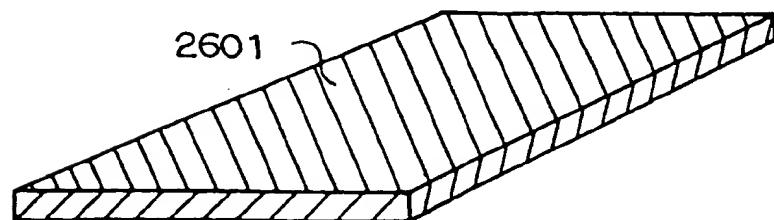


FIG. 28

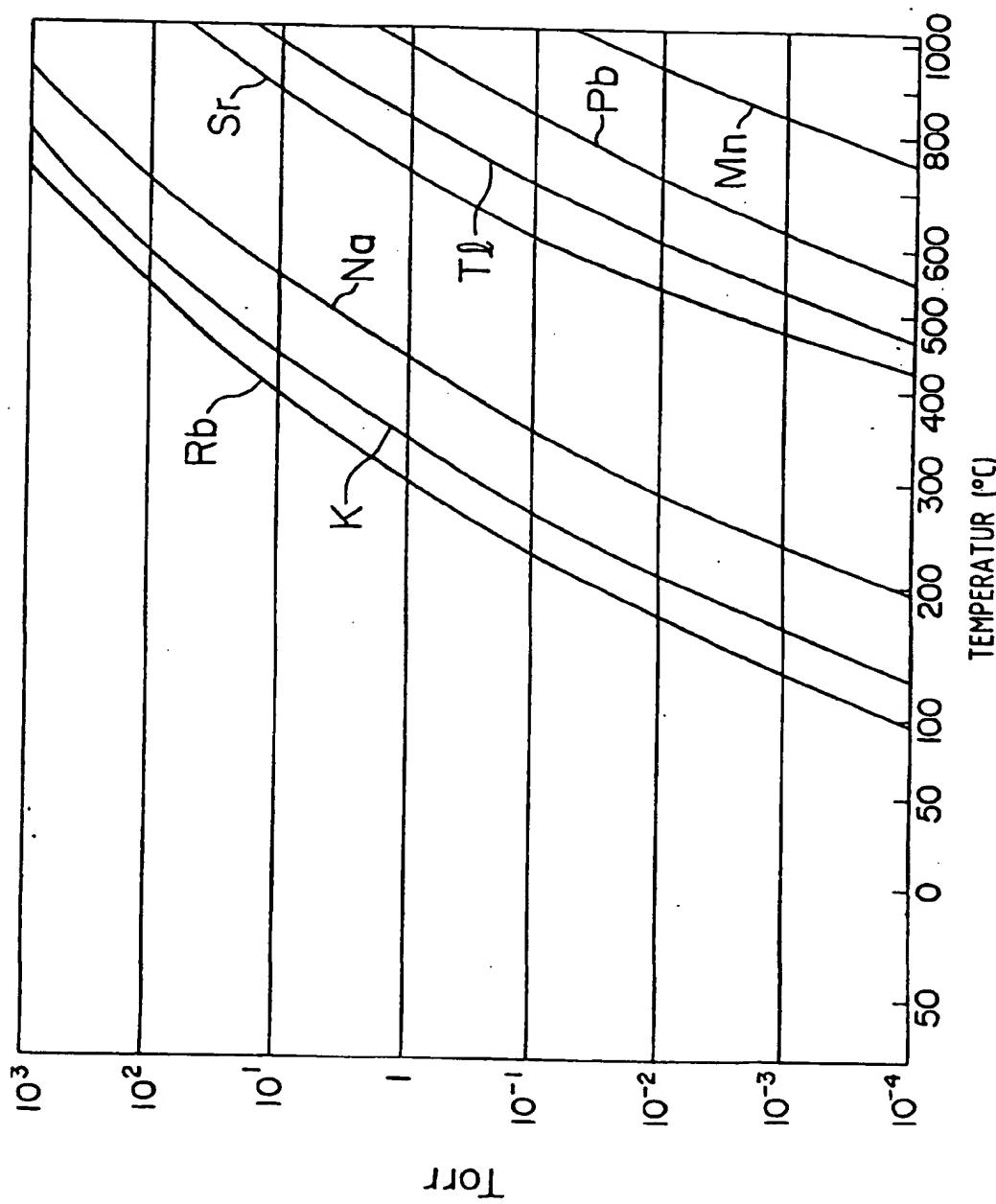


75 087

29V

DE 19781654 T1

FIG. 29

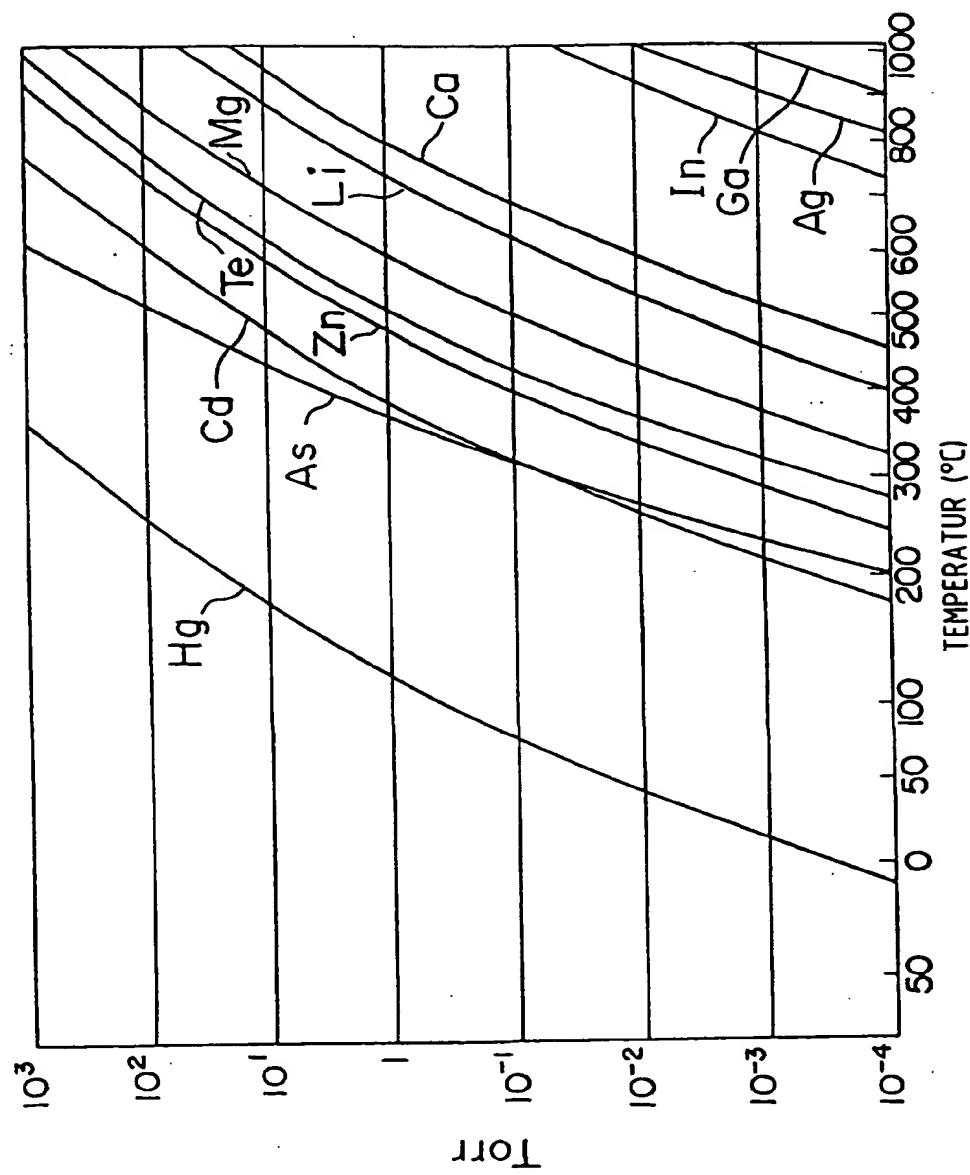


75 087

292

DF 197 81654 T9

FIG. 30



75 087

293

14.12.88  
DE 19781654 T8

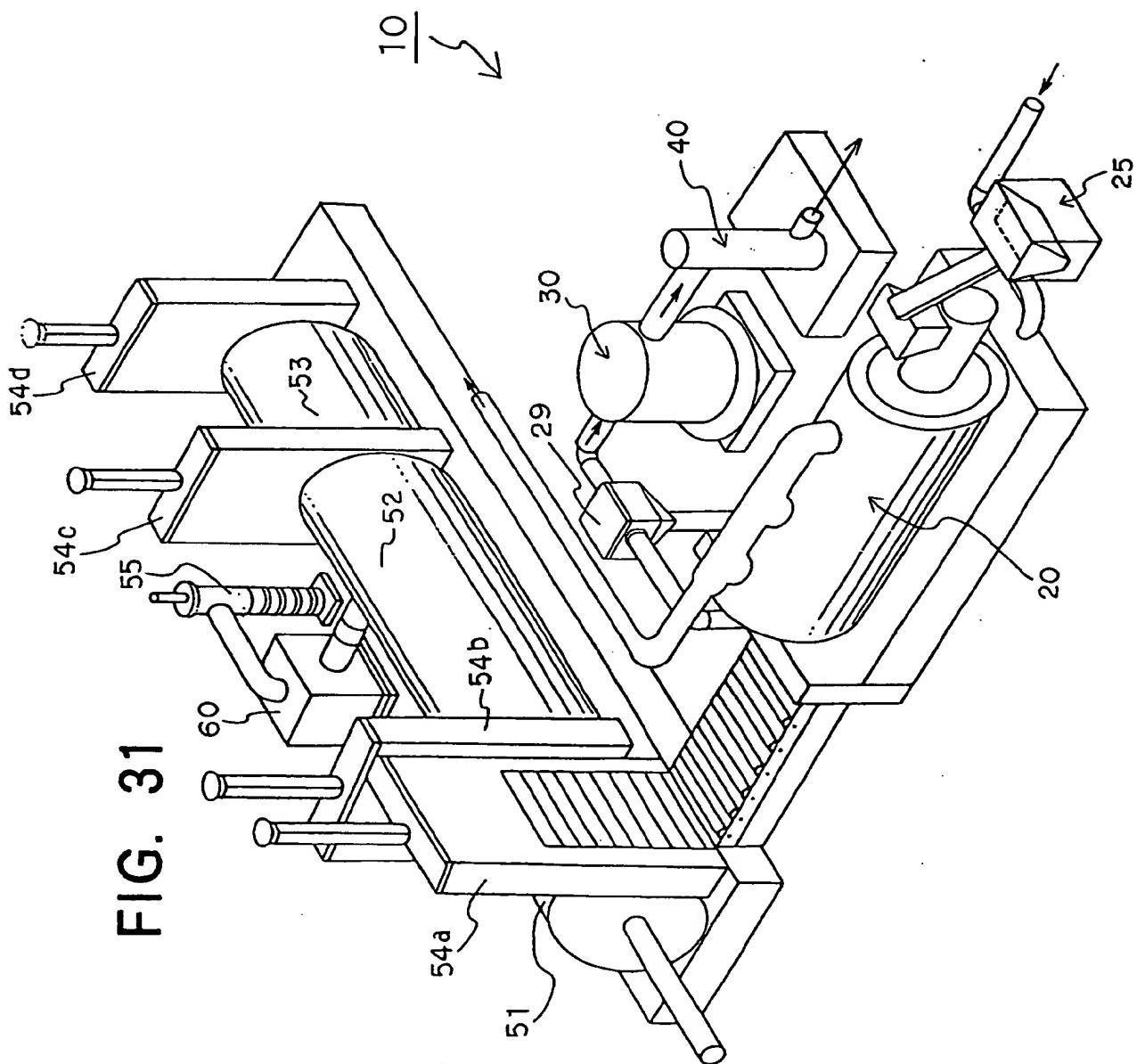
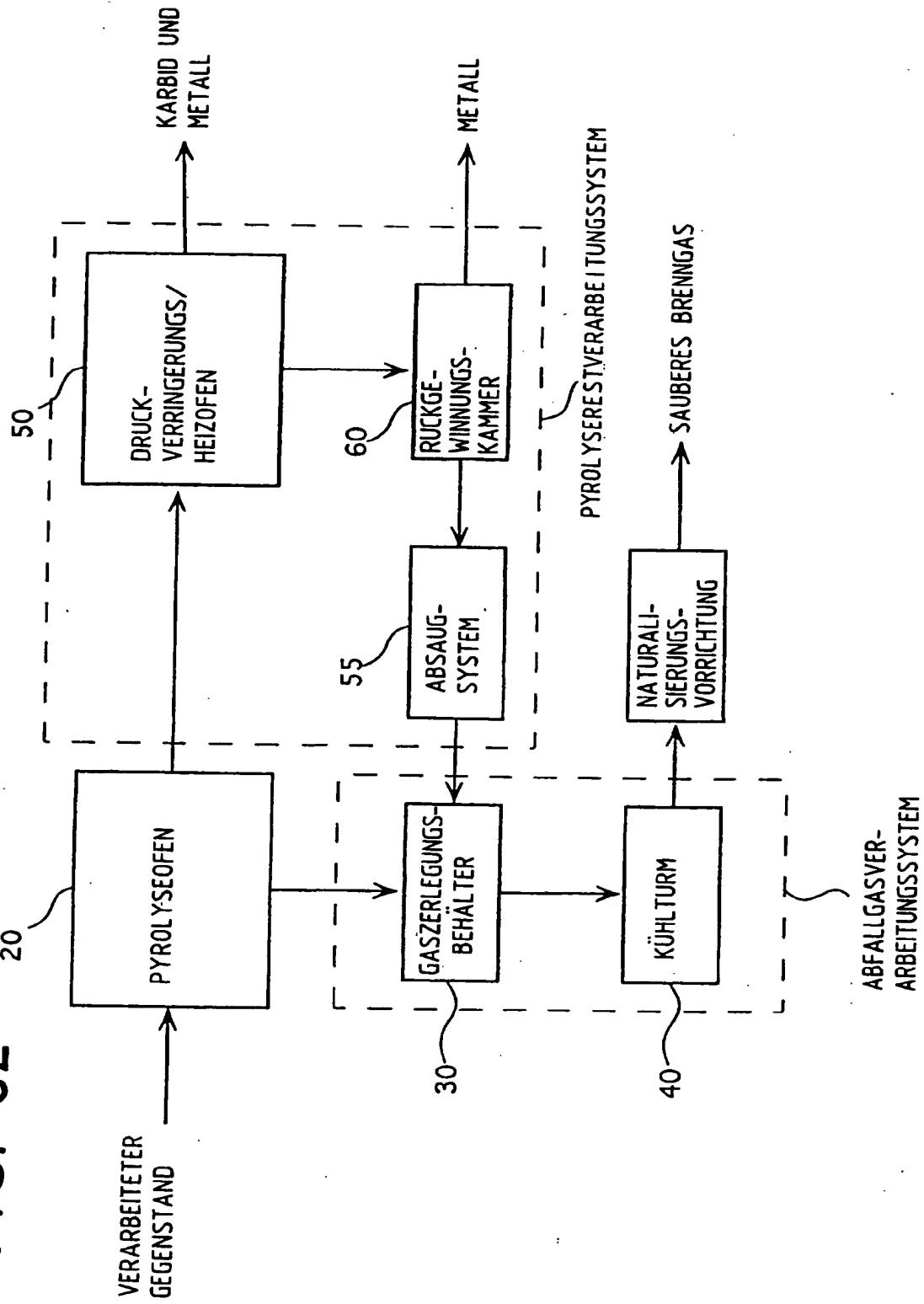


FIG. 31

DE 19781654 T1

FIG. 32

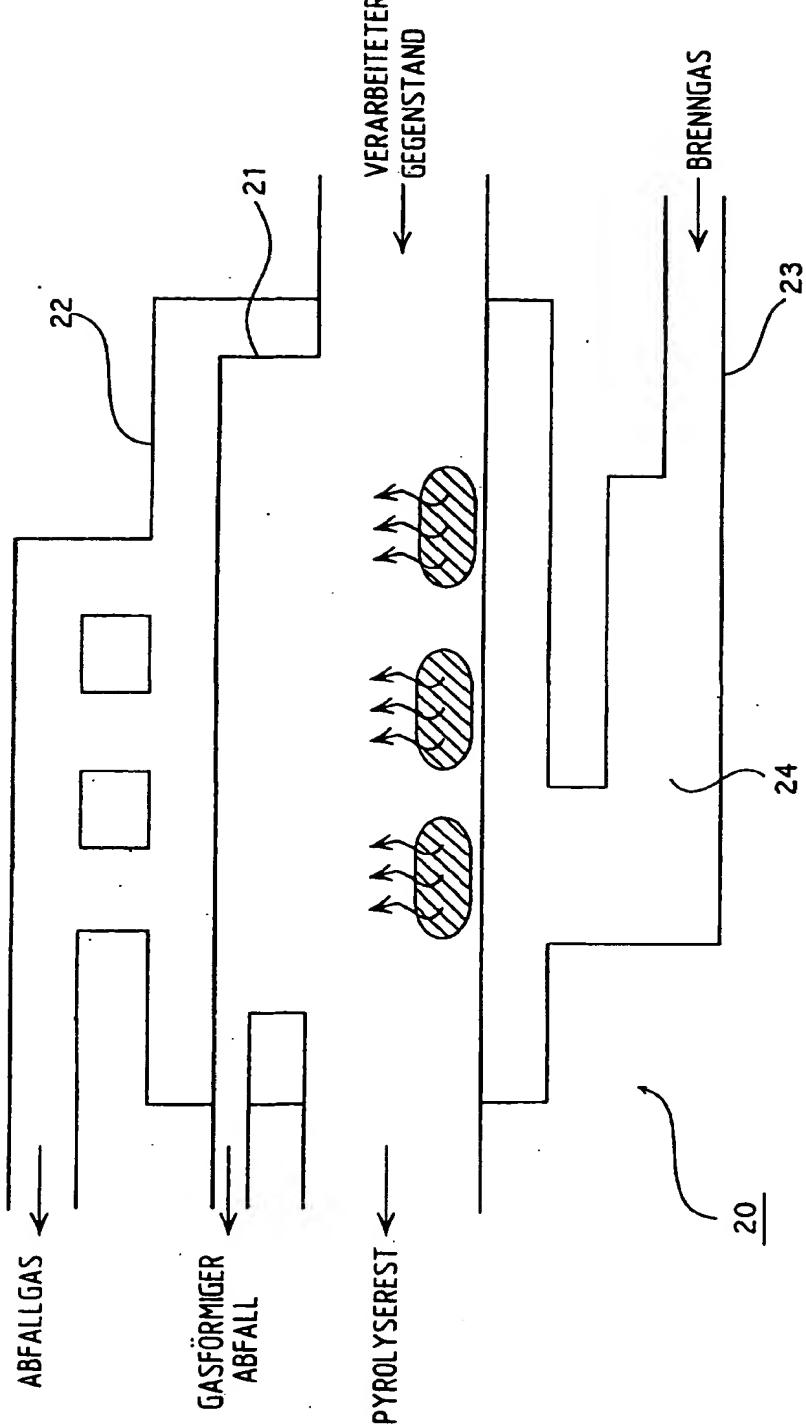


295

75 087

D F 197 81 654 TF  
12 80

FIG. 33

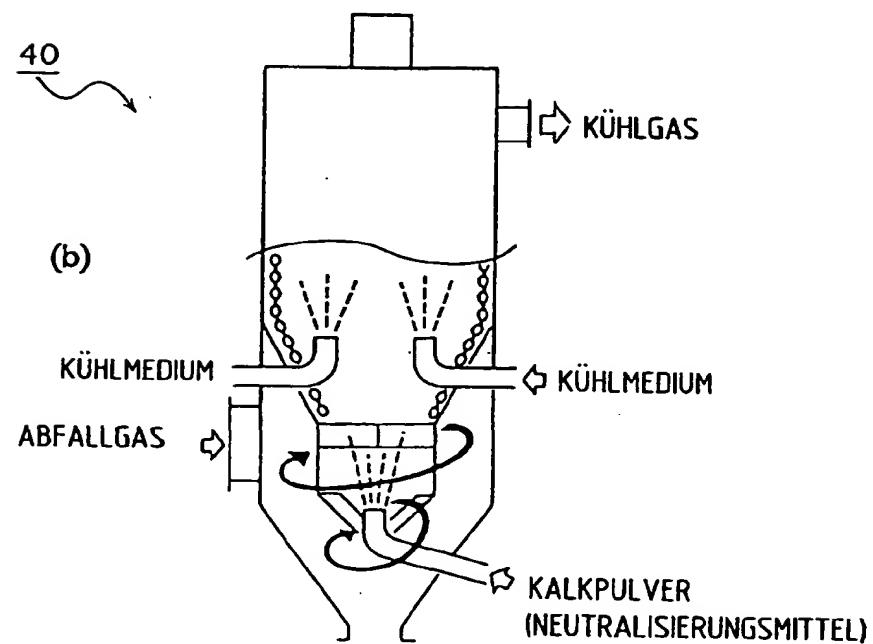
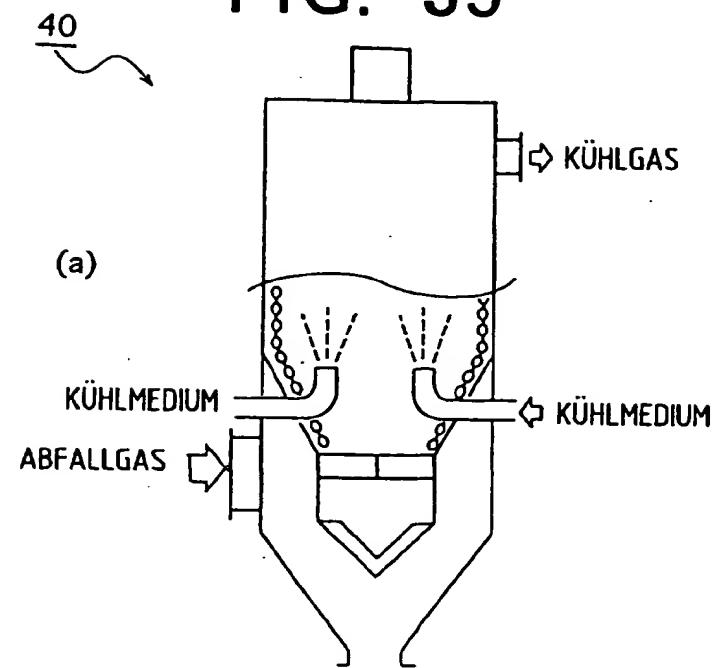


292

75 087

14.12.96  
DE 197 81 654 T1

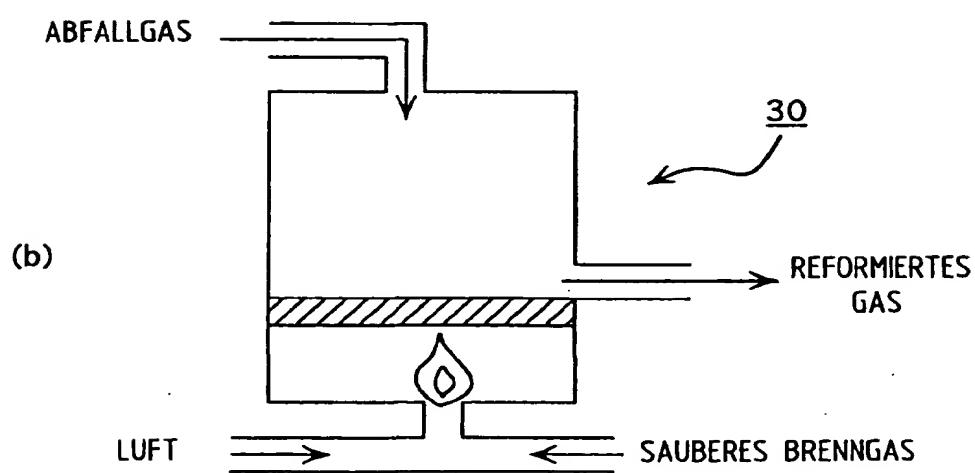
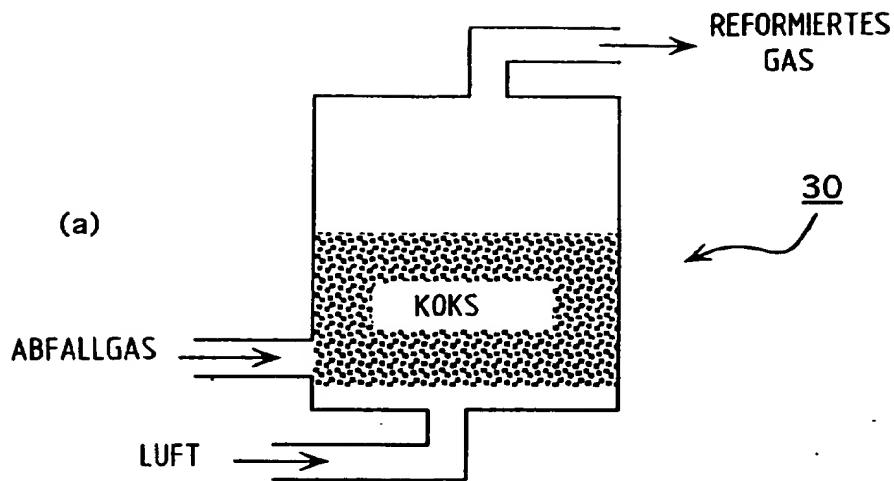
FIG. 35



296

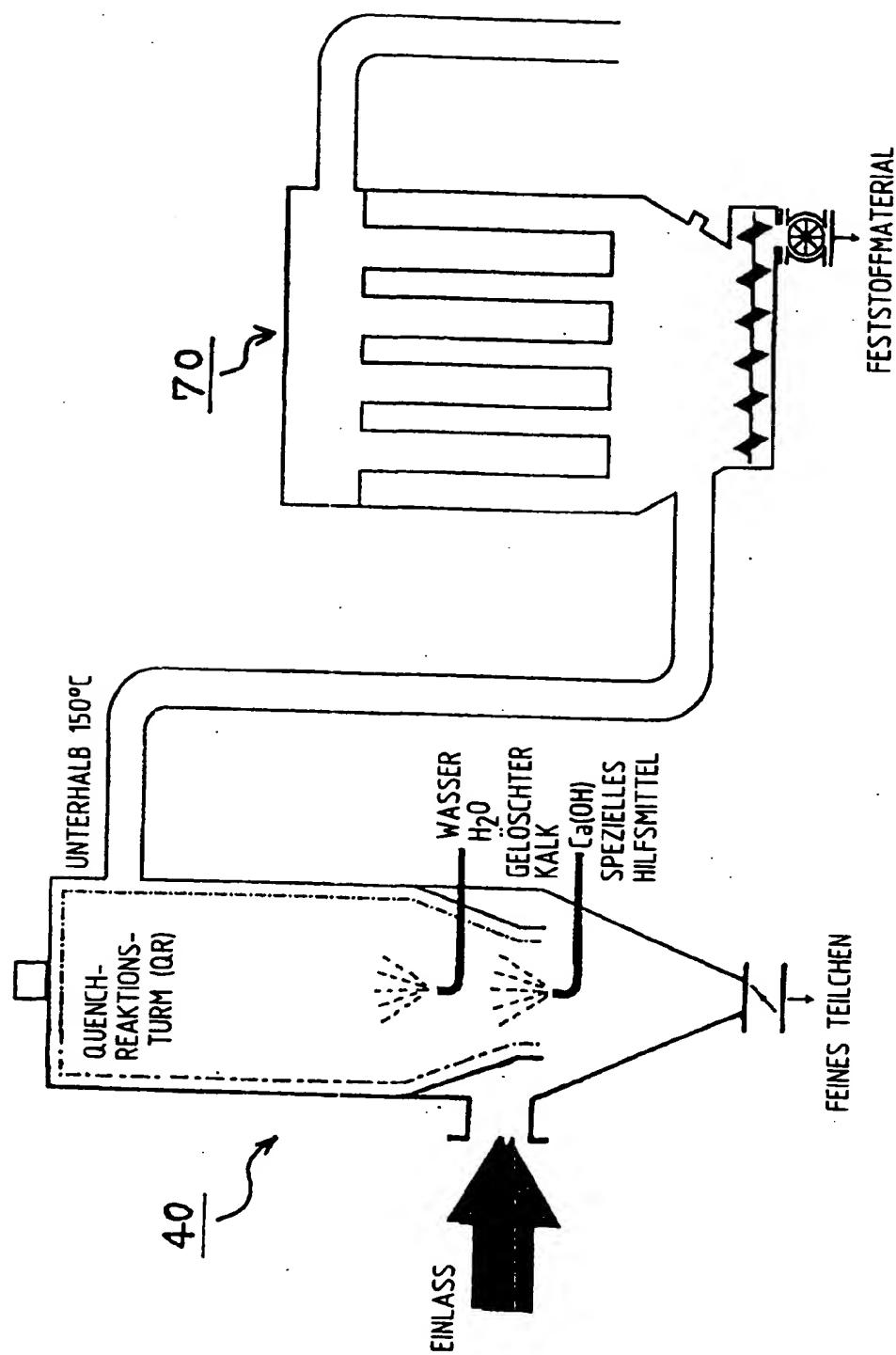
14.10.86  
DE 19781654 T3

FIG. 34



DE 197 81 654 T1

FIG. 36



299

75 087

DE 197 01 654 T1

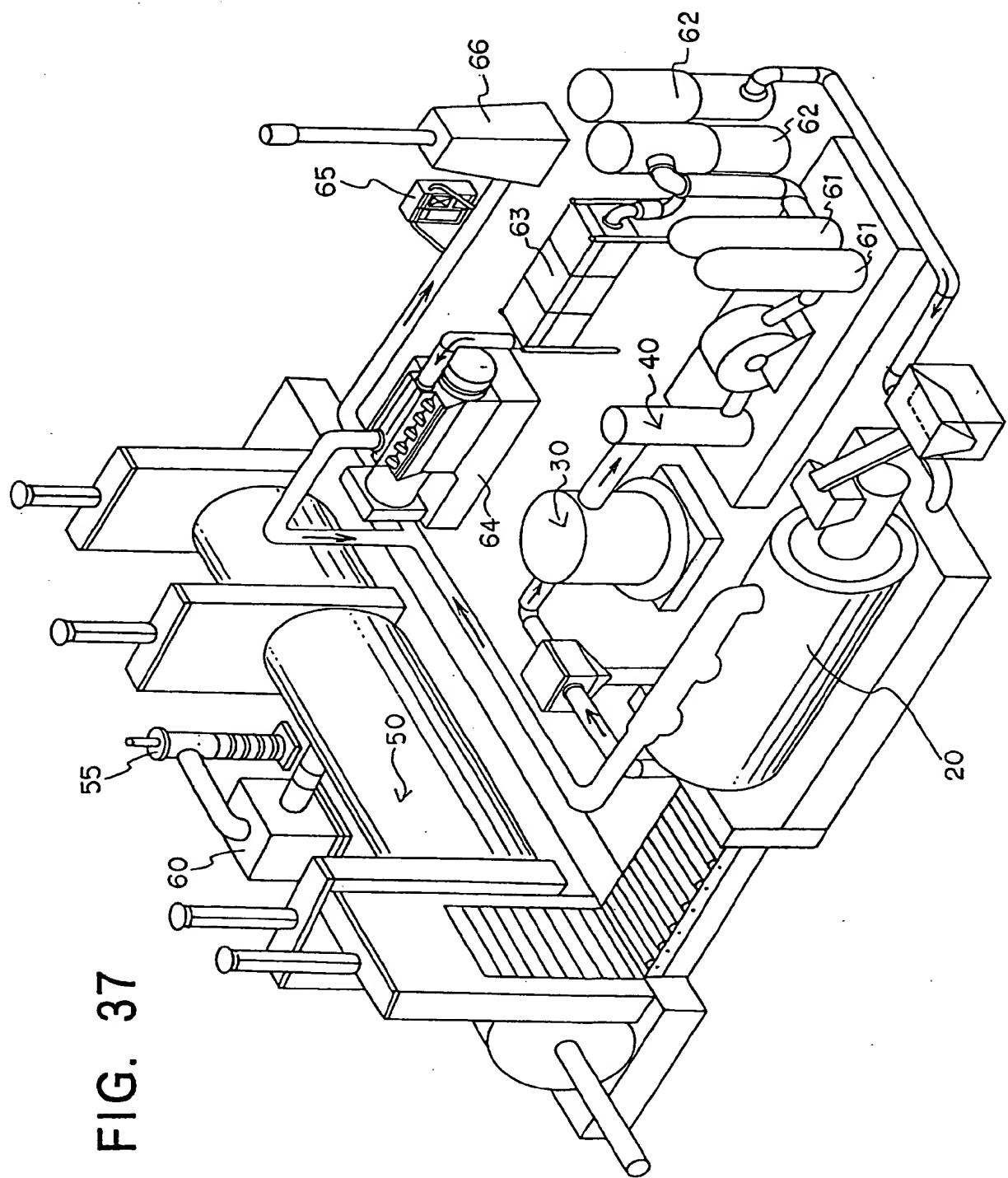
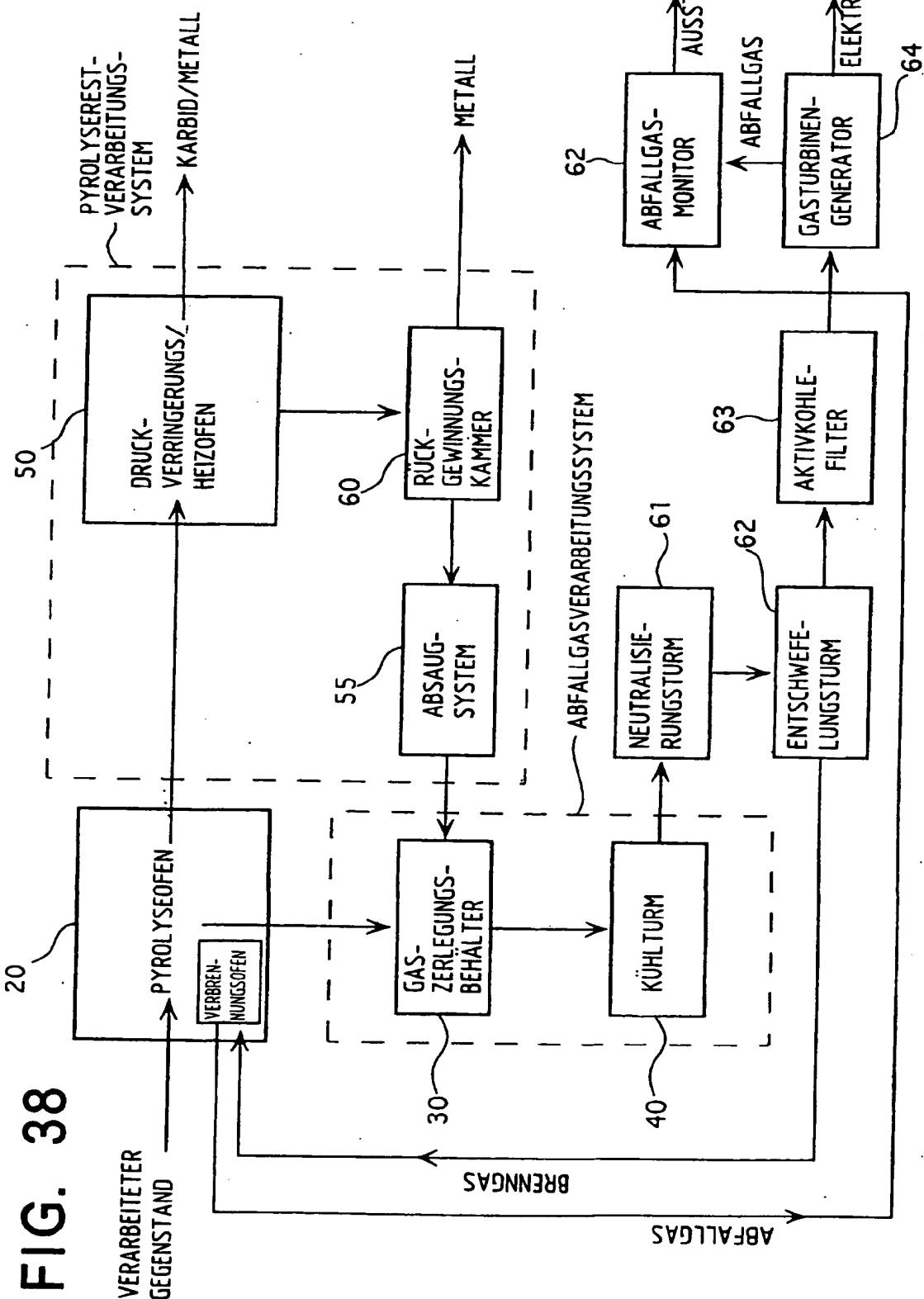


FIG. 37

**FIG. 38**



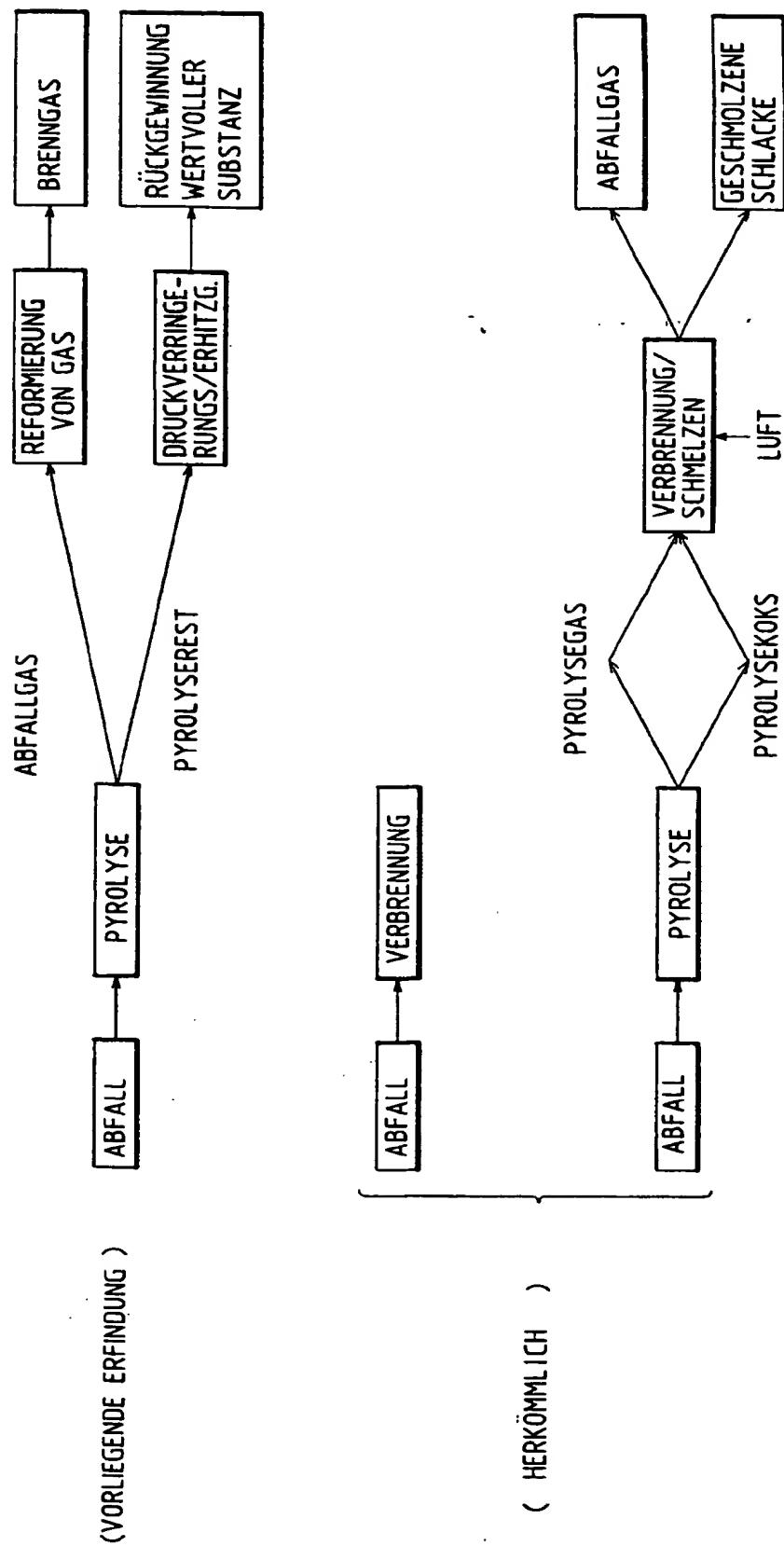
300

75 087

DE 197810354 T1

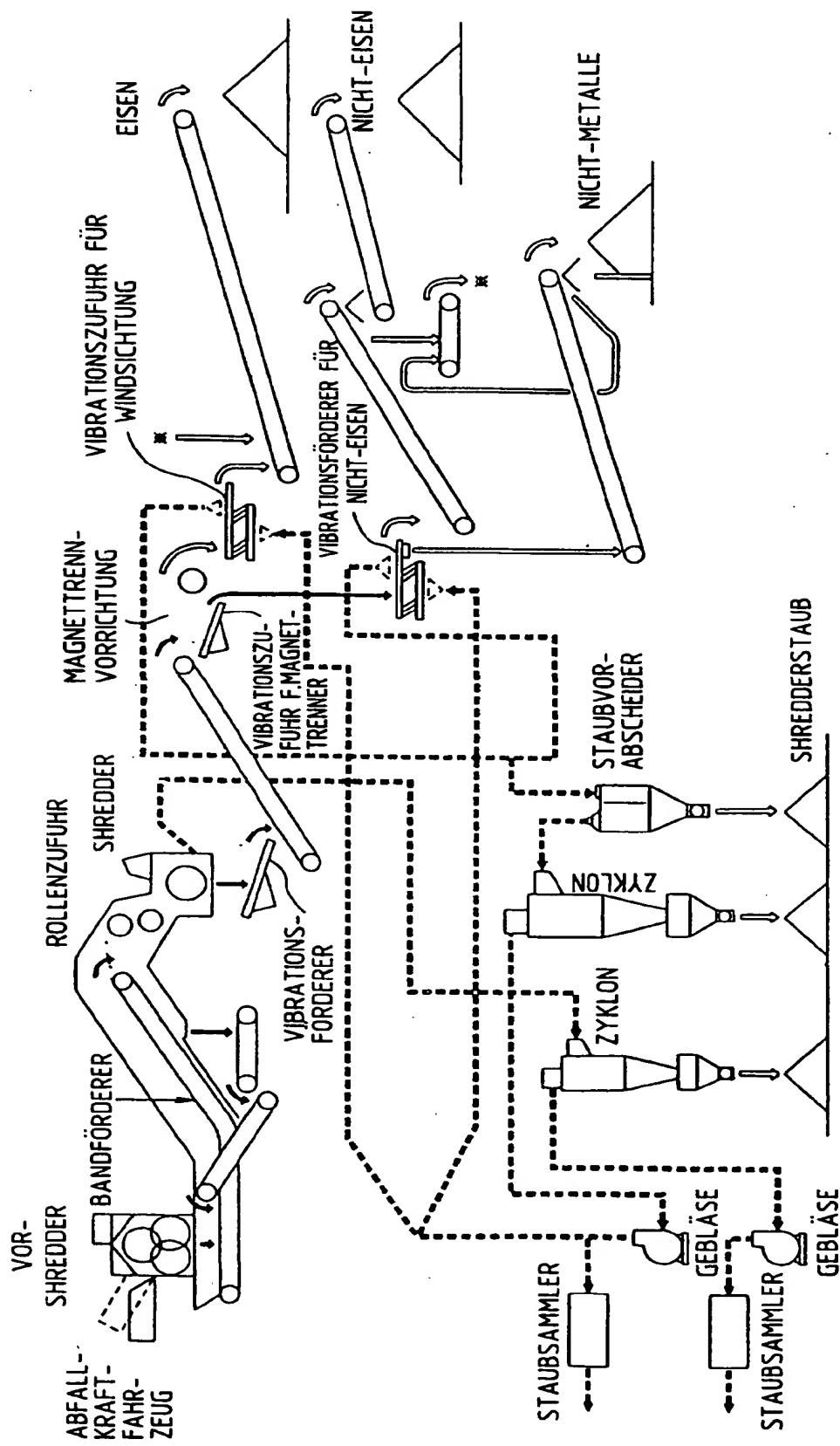
U F 19781654 T1  
19781654 T1

FIG. 39



DE 19787654 T1

FIG. 40



303

75 087

DE 19781654 T8

FIG. 41

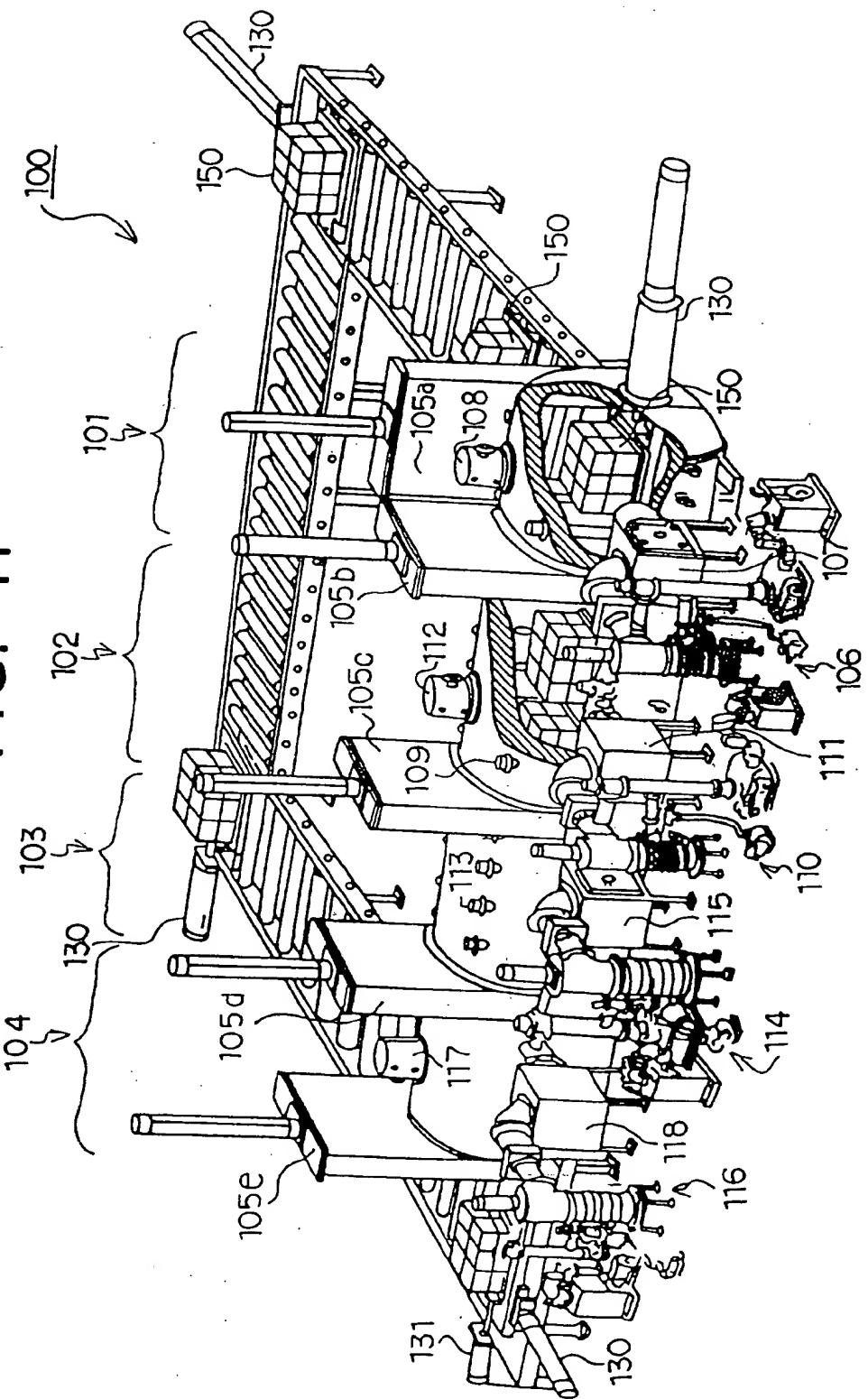
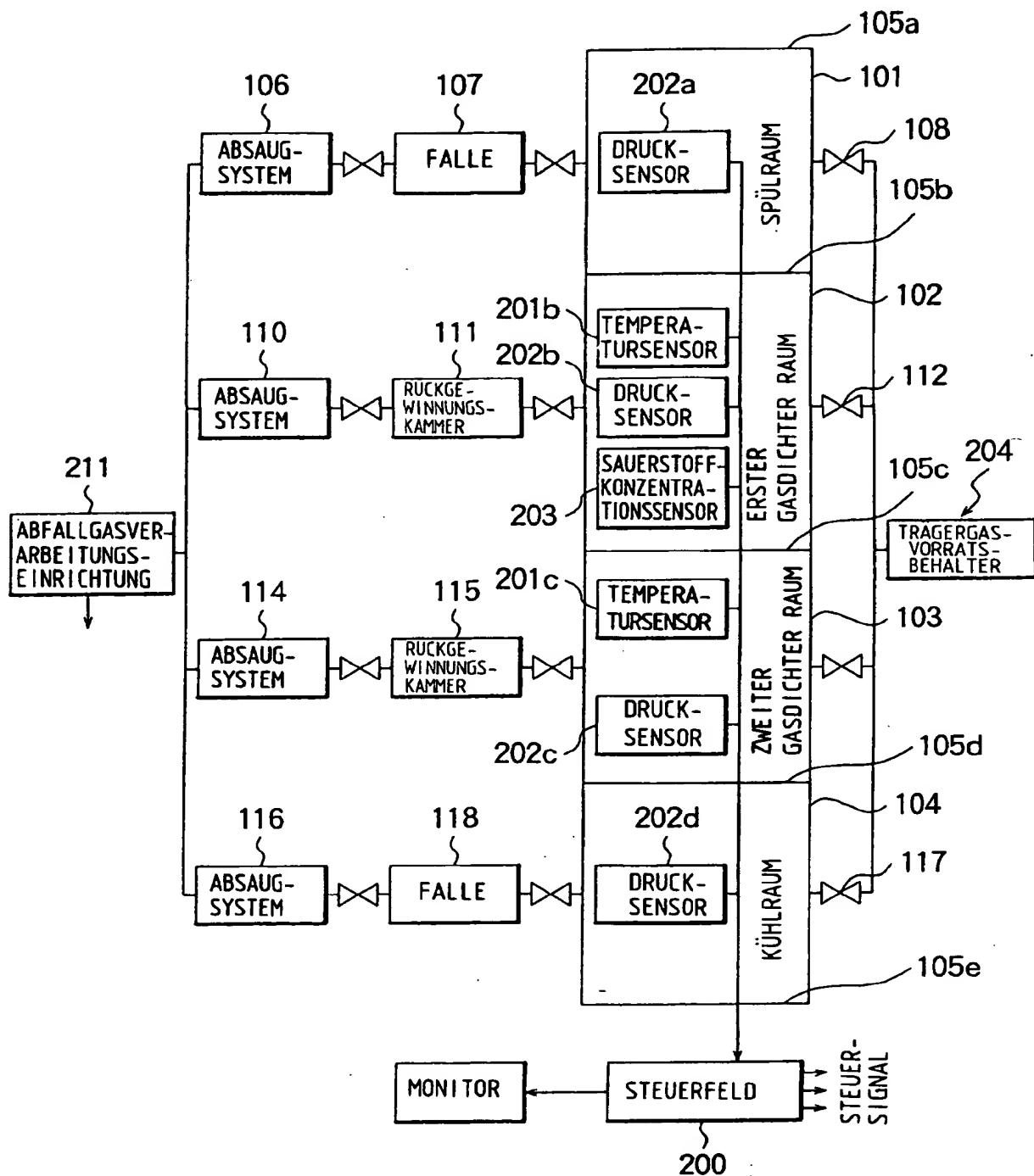


FIG. 42

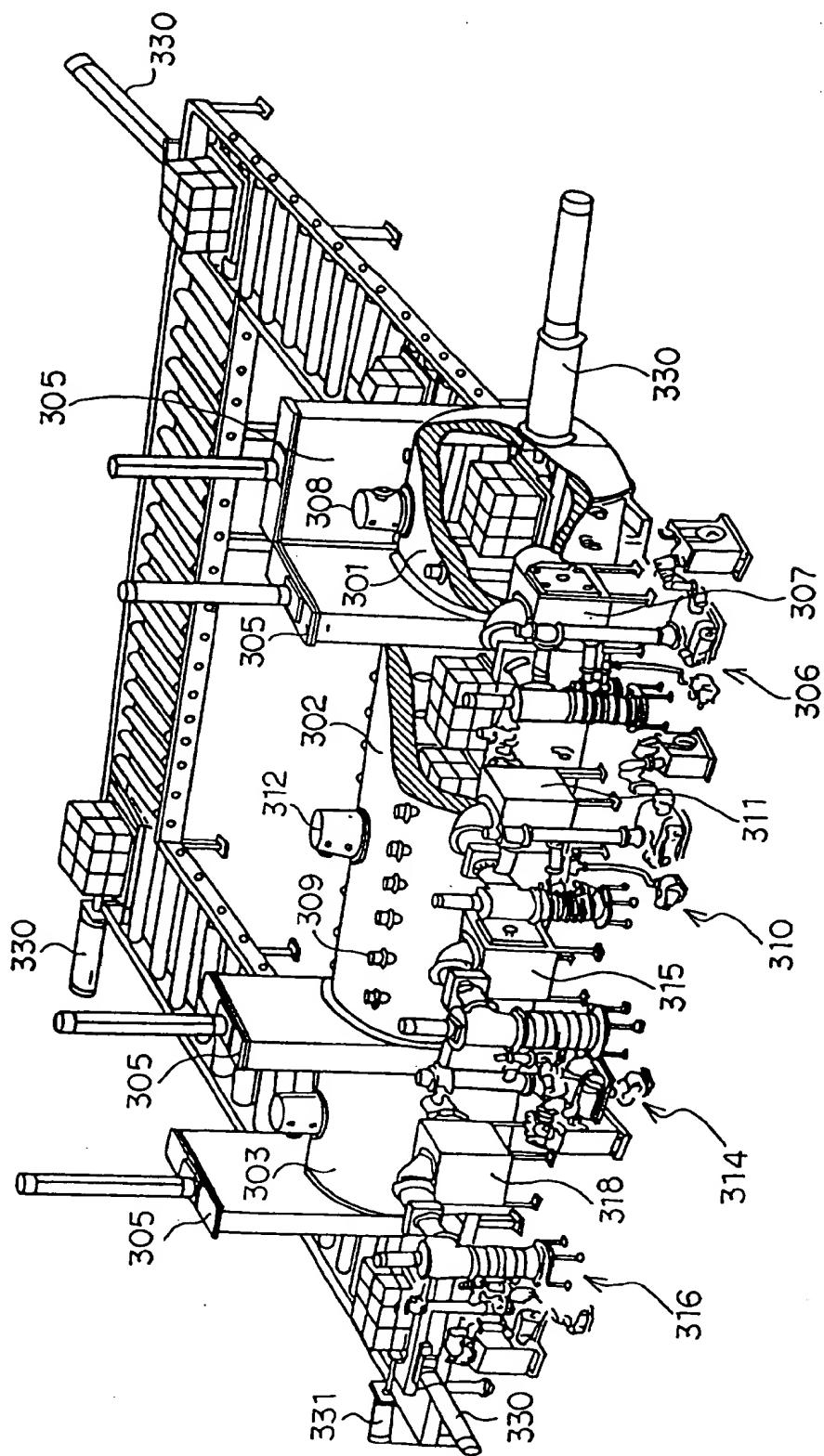


305

75 087

DE 19781654 T1

FIG. 43



DE 102.000

DE 197 81 654 T1

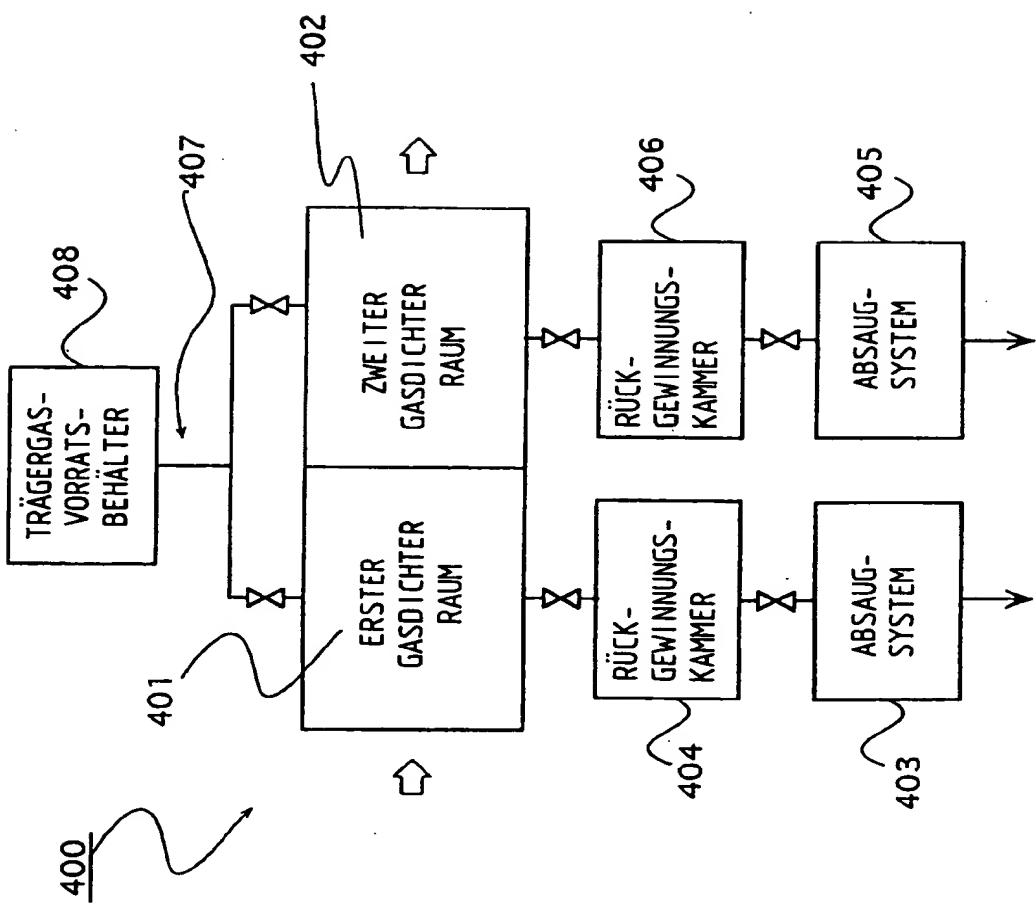
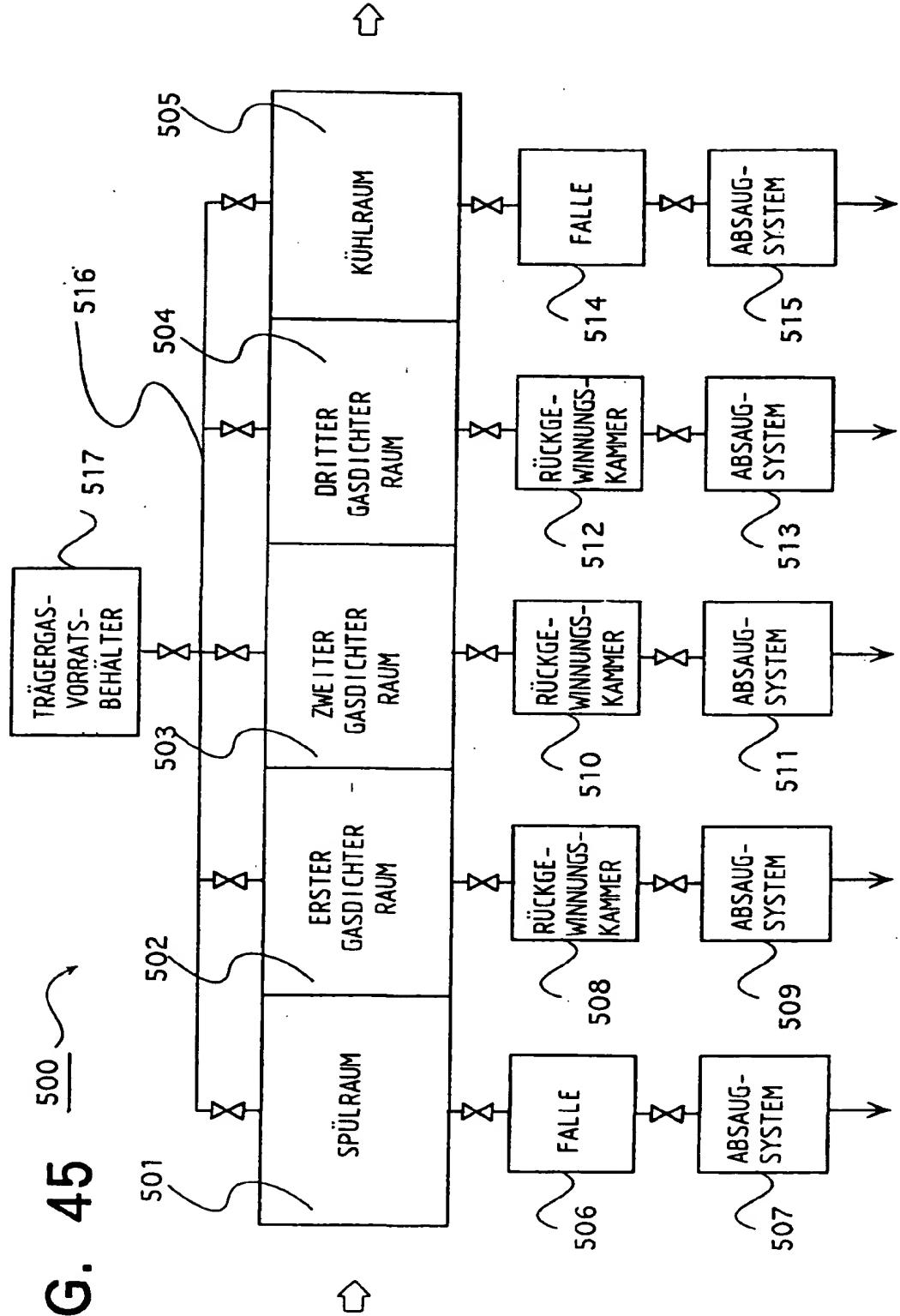
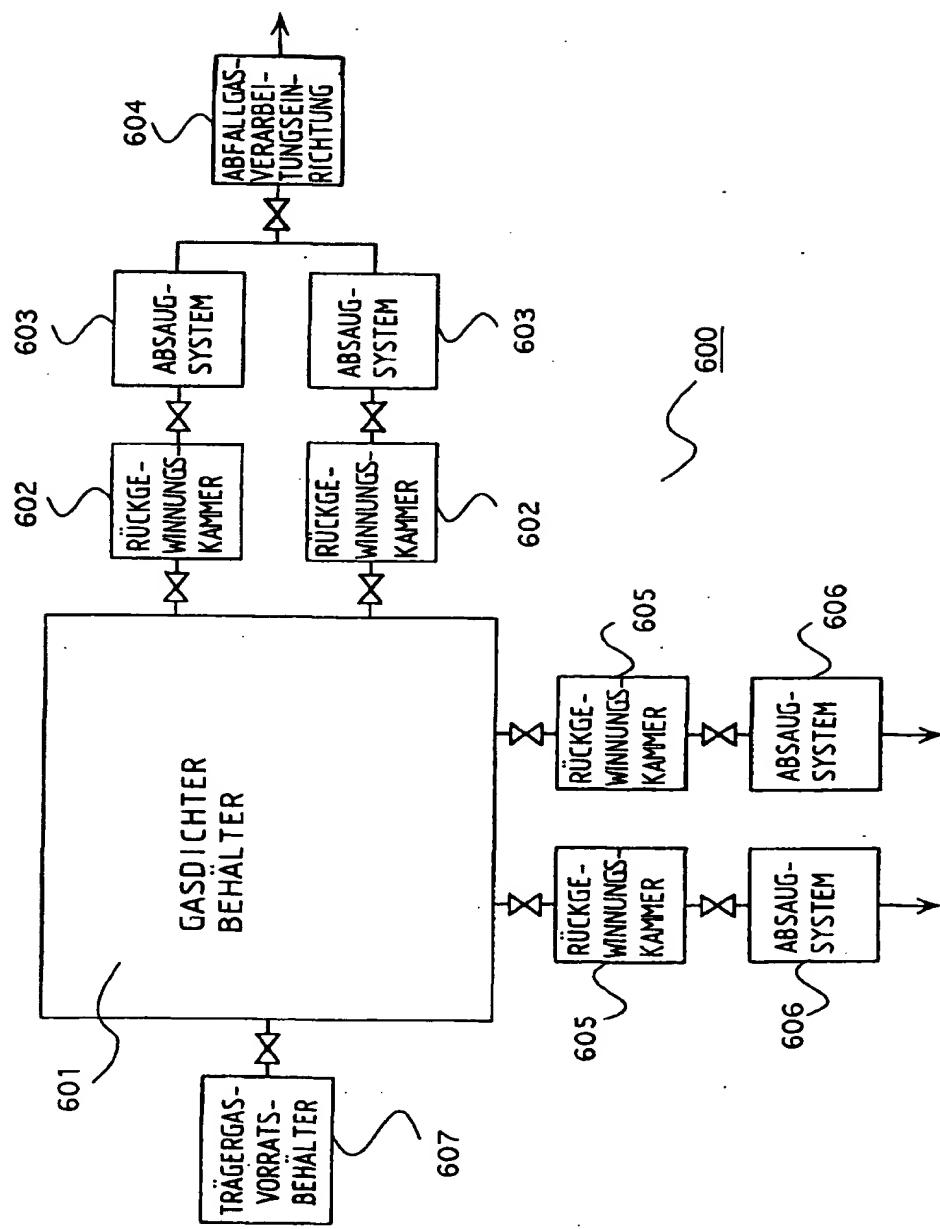
FIG. 44 400

FIG. 45



16E 197 81654 T1

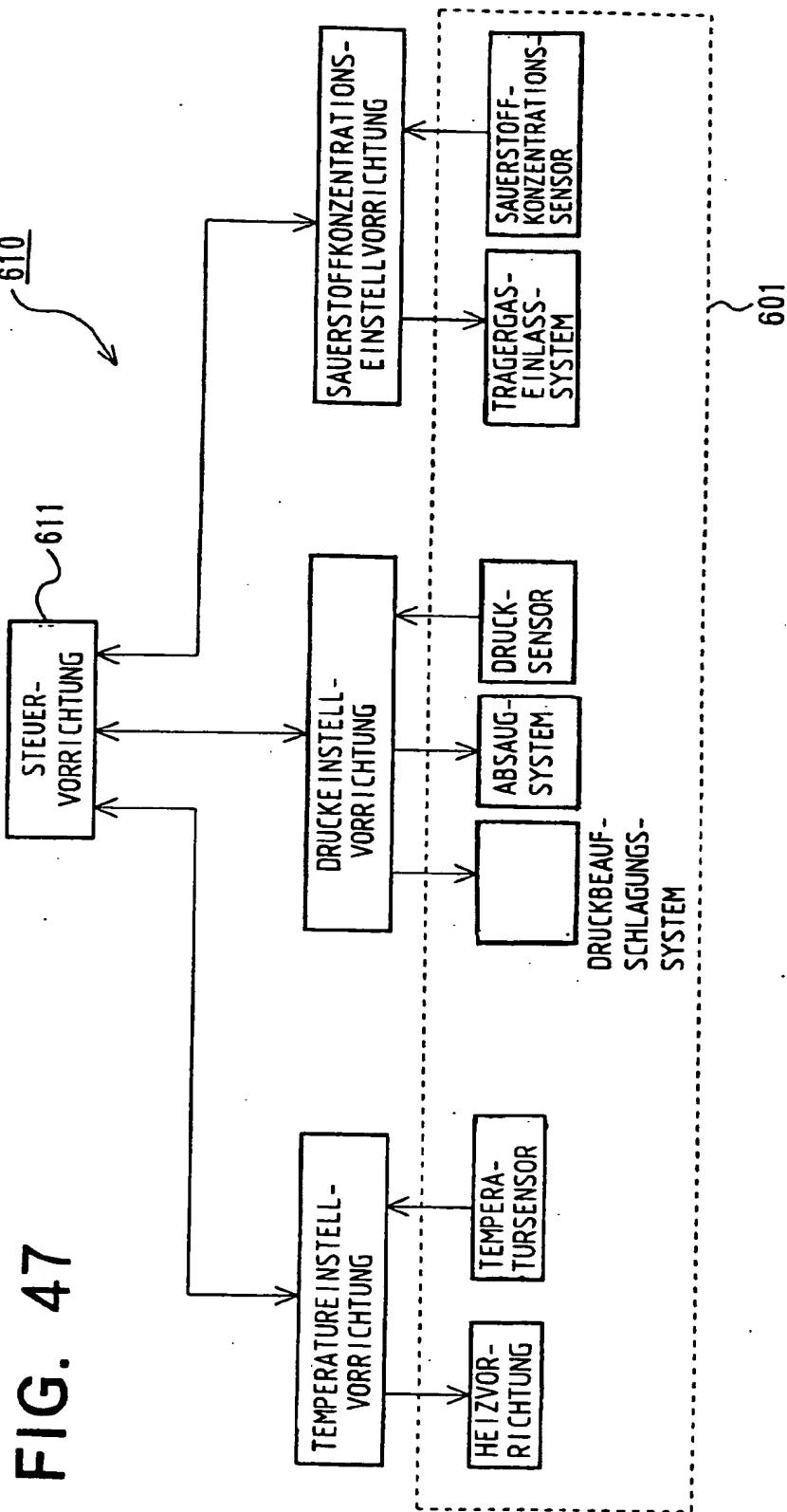
FIG. 46



309

75 087

D.E. 197.81654 T1



DE 197 81654 T3

FIG. 48

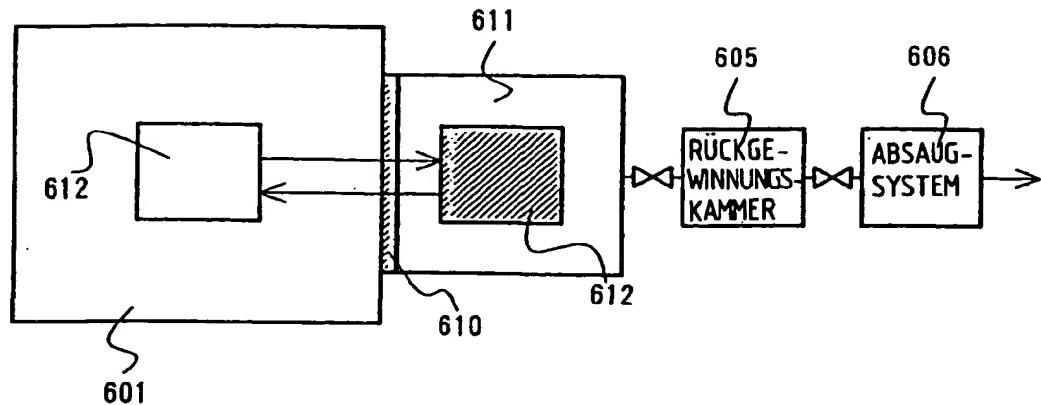
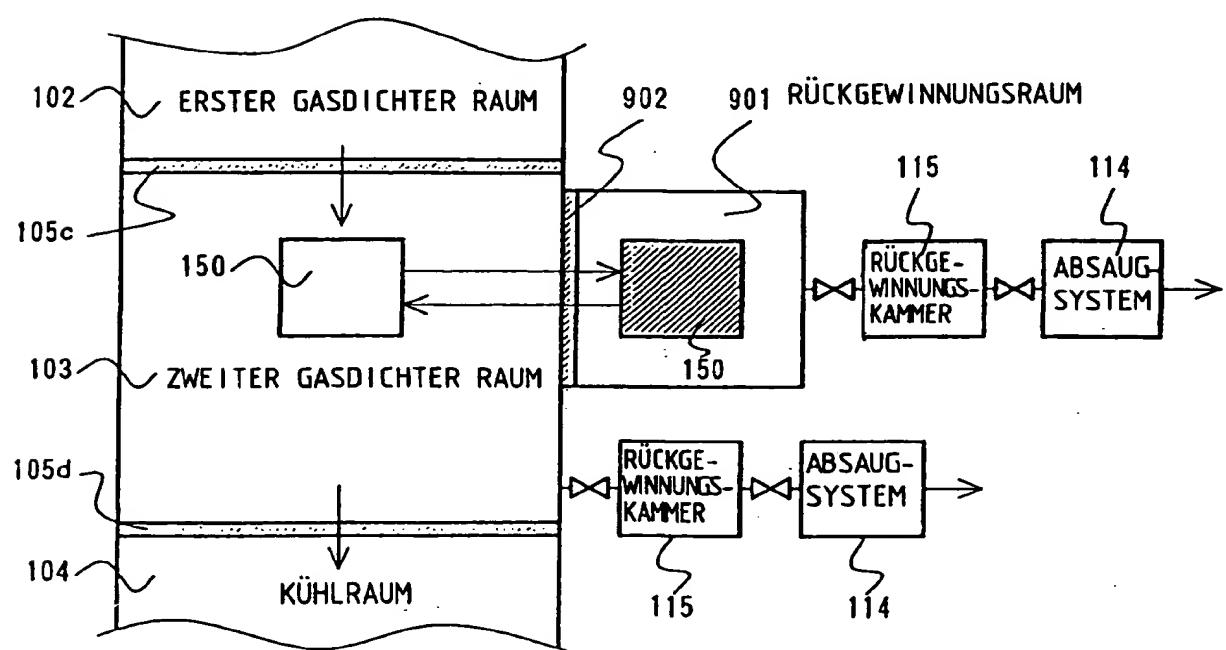


FIG. 49



311

75 087

DE 19781654 T1

FIG. 50

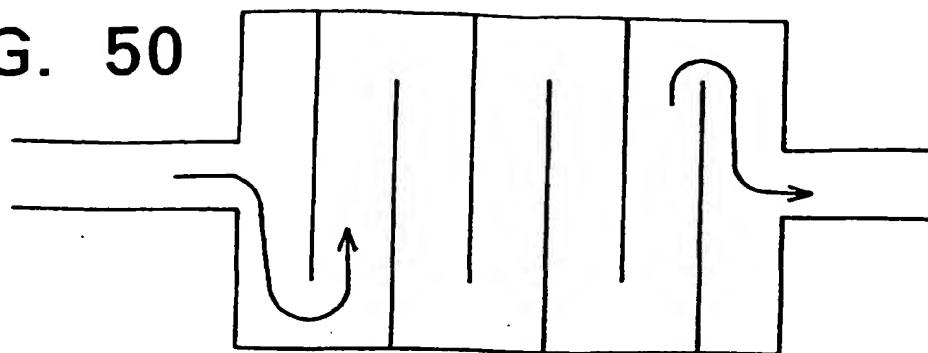
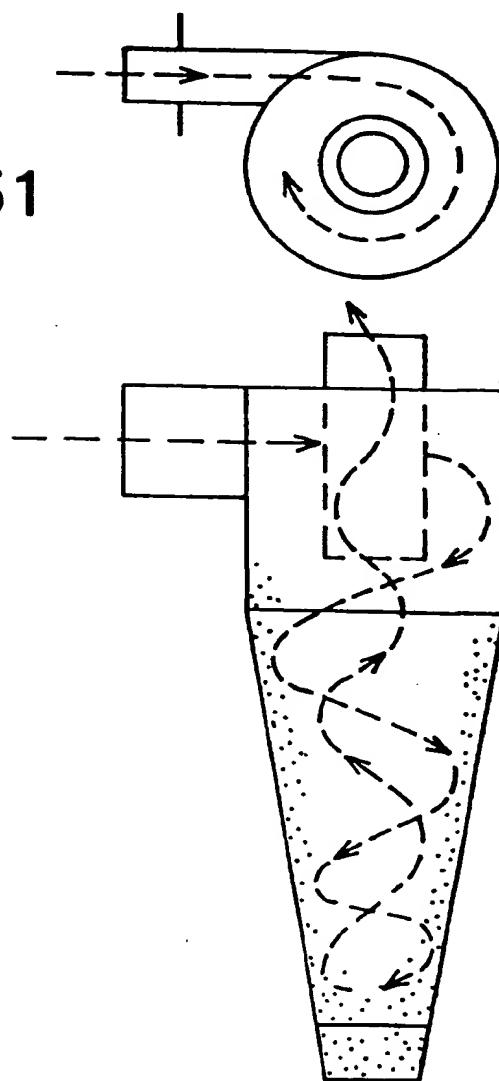


FIG. 51

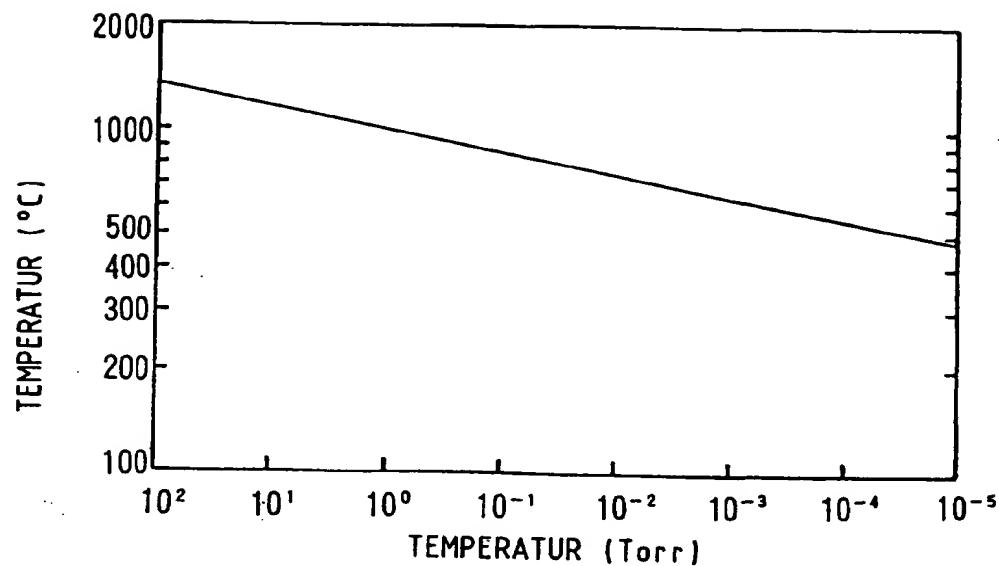


312

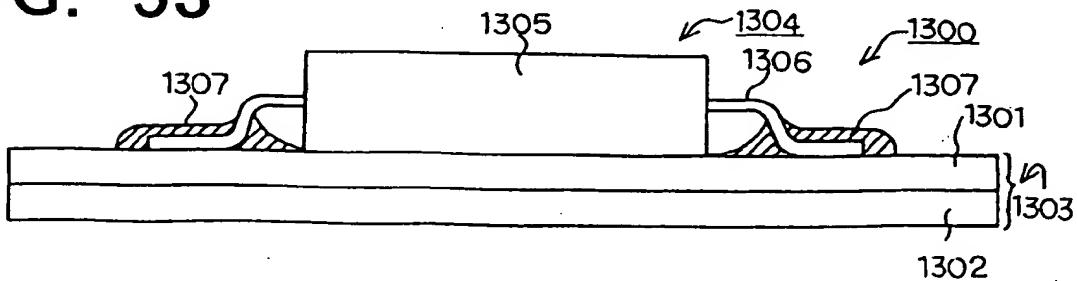
75 087

1.0E 1.97 87 654 T1

**FIG. 52**



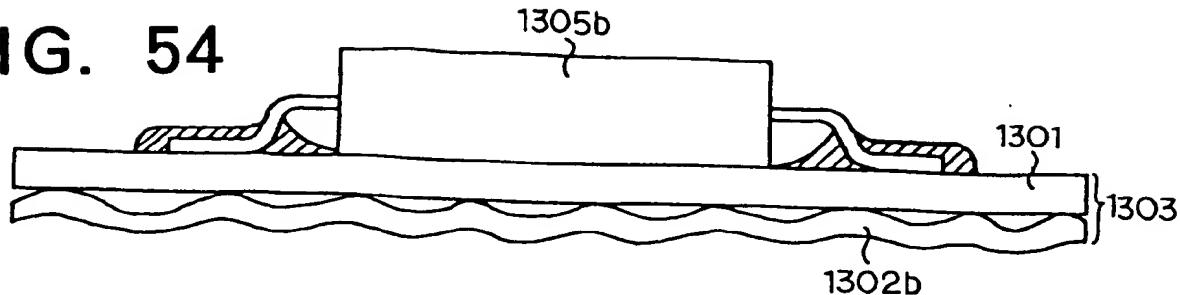
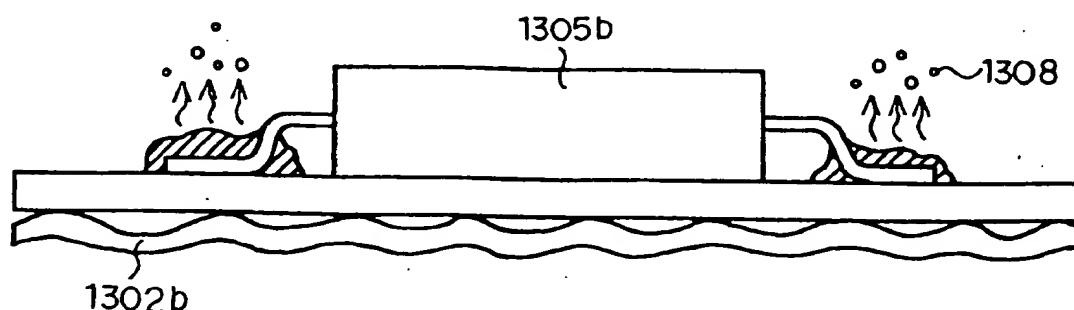
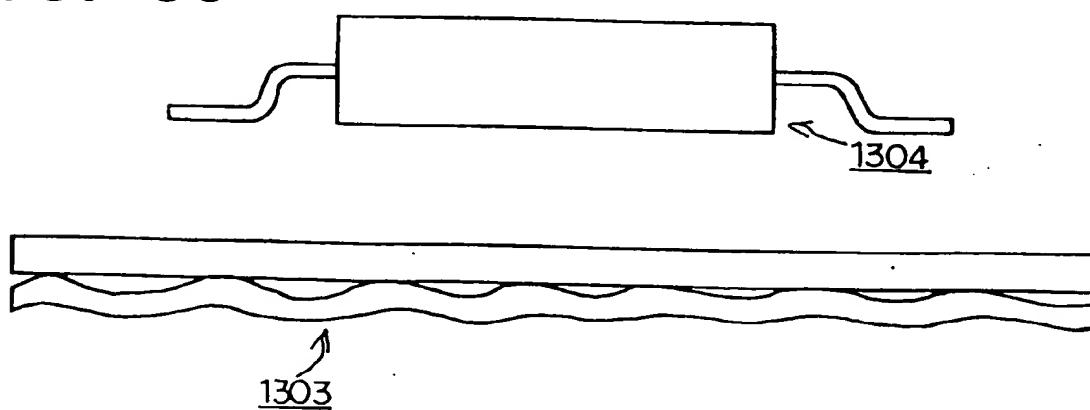
**FIG. 53**



313

75 087

DE 1978 B54 T1

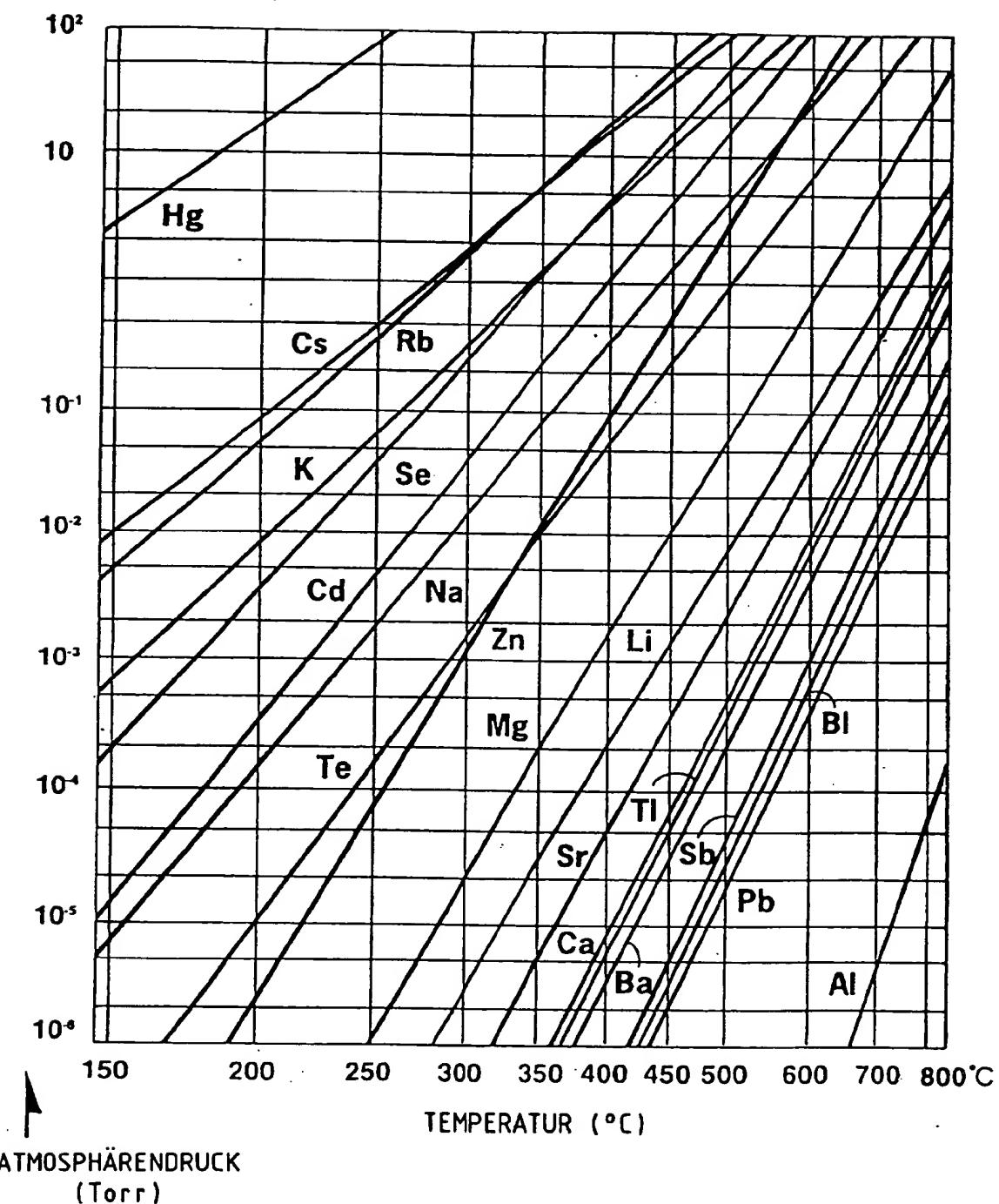
**FIG. 54****FIG. 55****FIG. 56**

314

75 087

14 DE 1978 1654 T1

FIG. 57

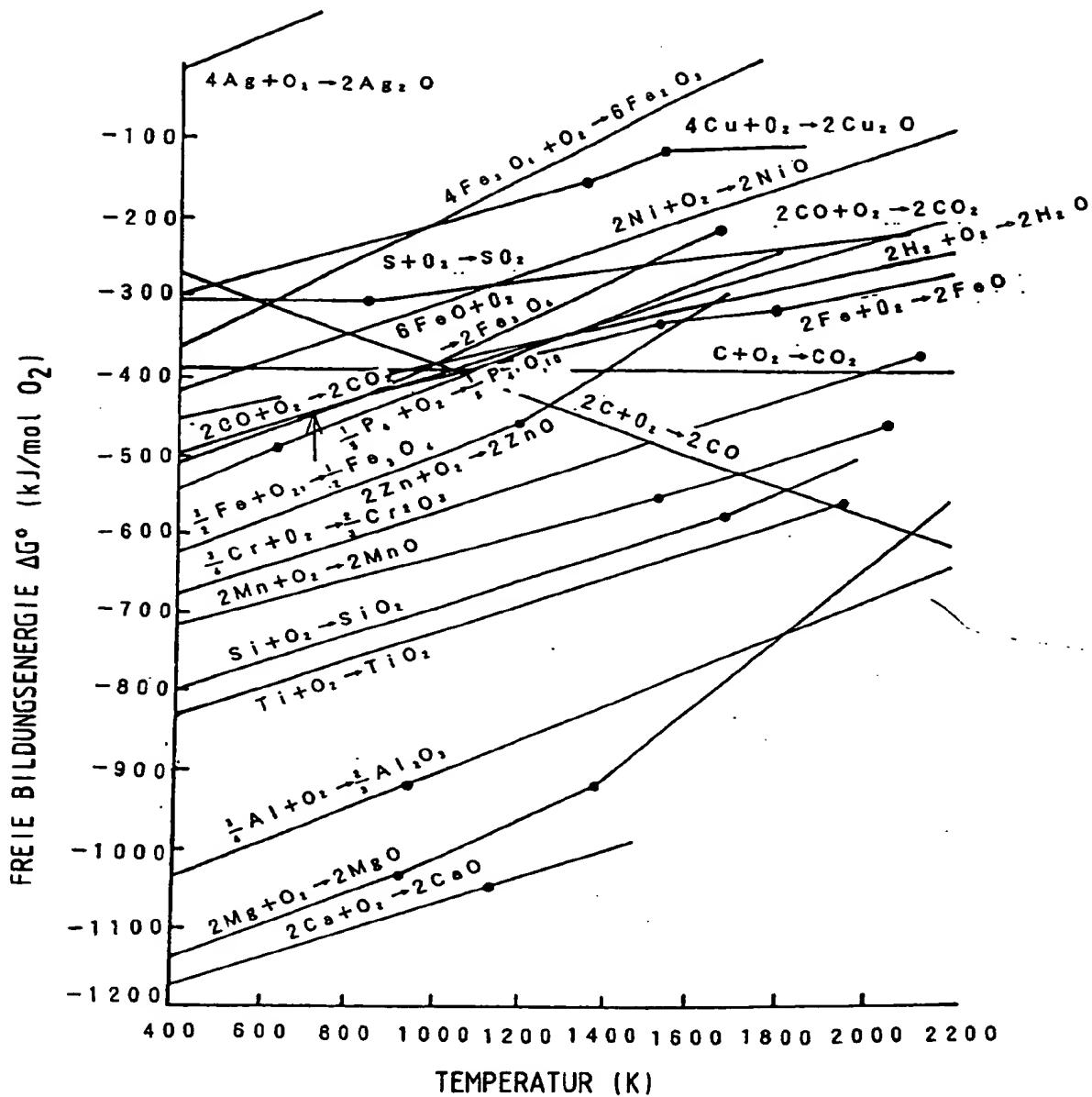


315

75 087

DE 1978 T 65 4 T1

FIG. 58



316

75 087

14 DE 1978 1654 T1

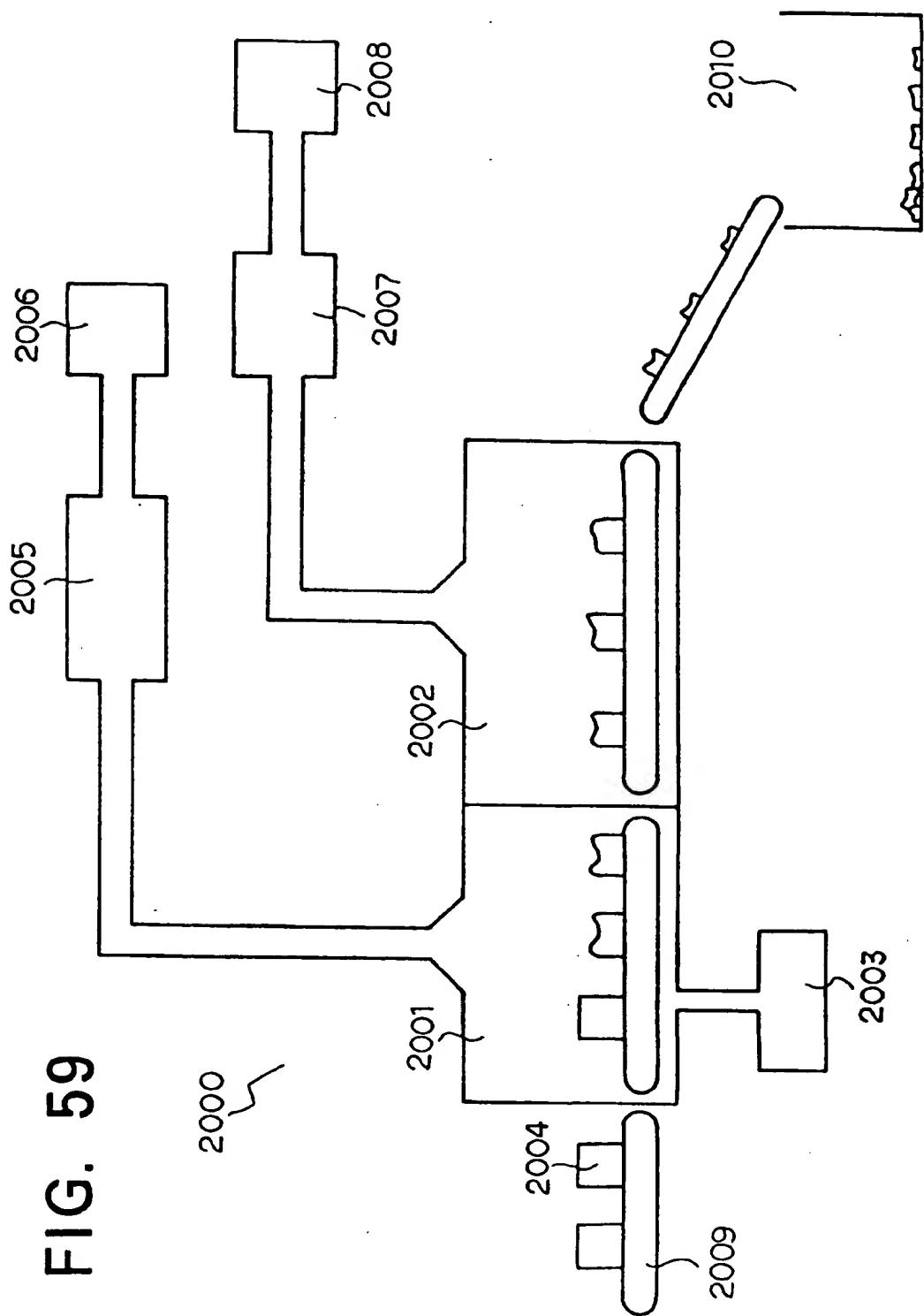


FIG. 59

317

75 087

DE 197 81654 T1

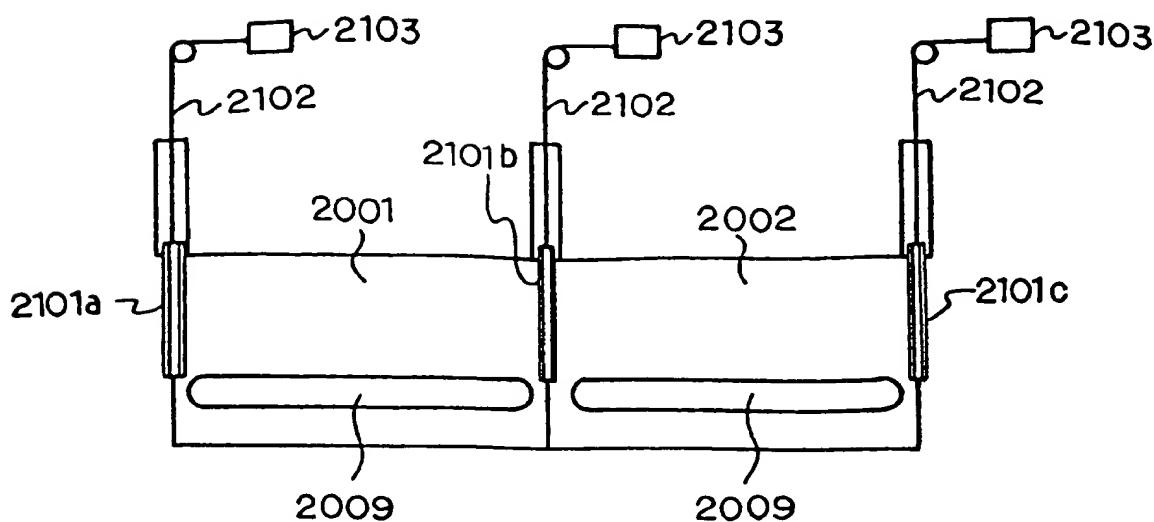
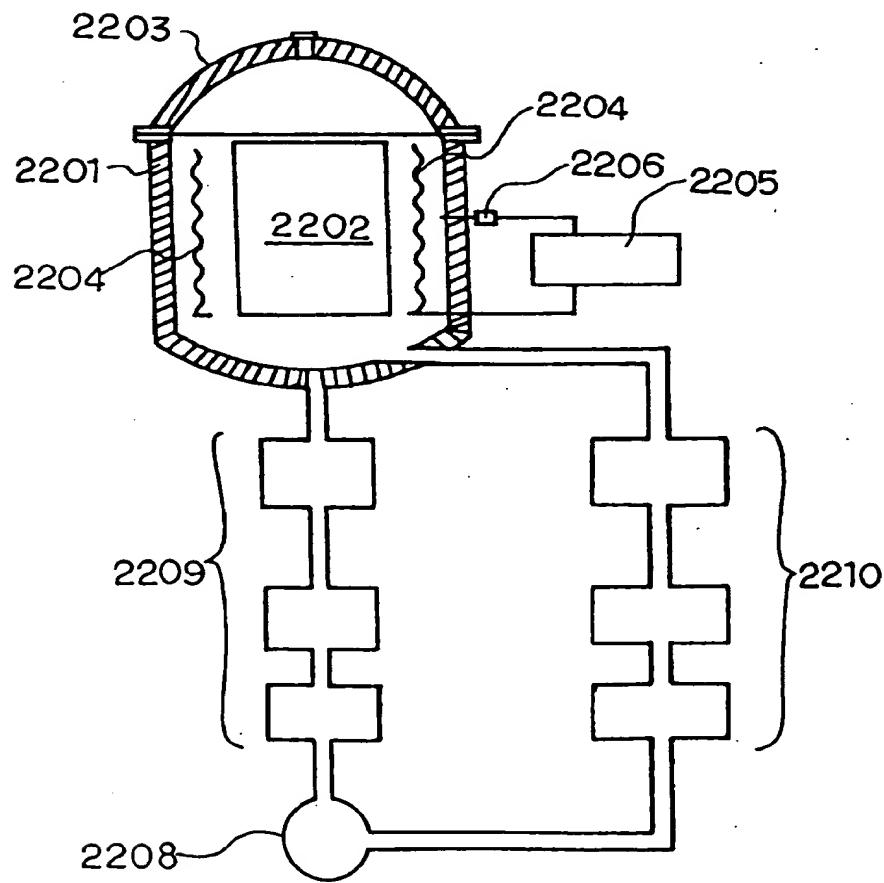


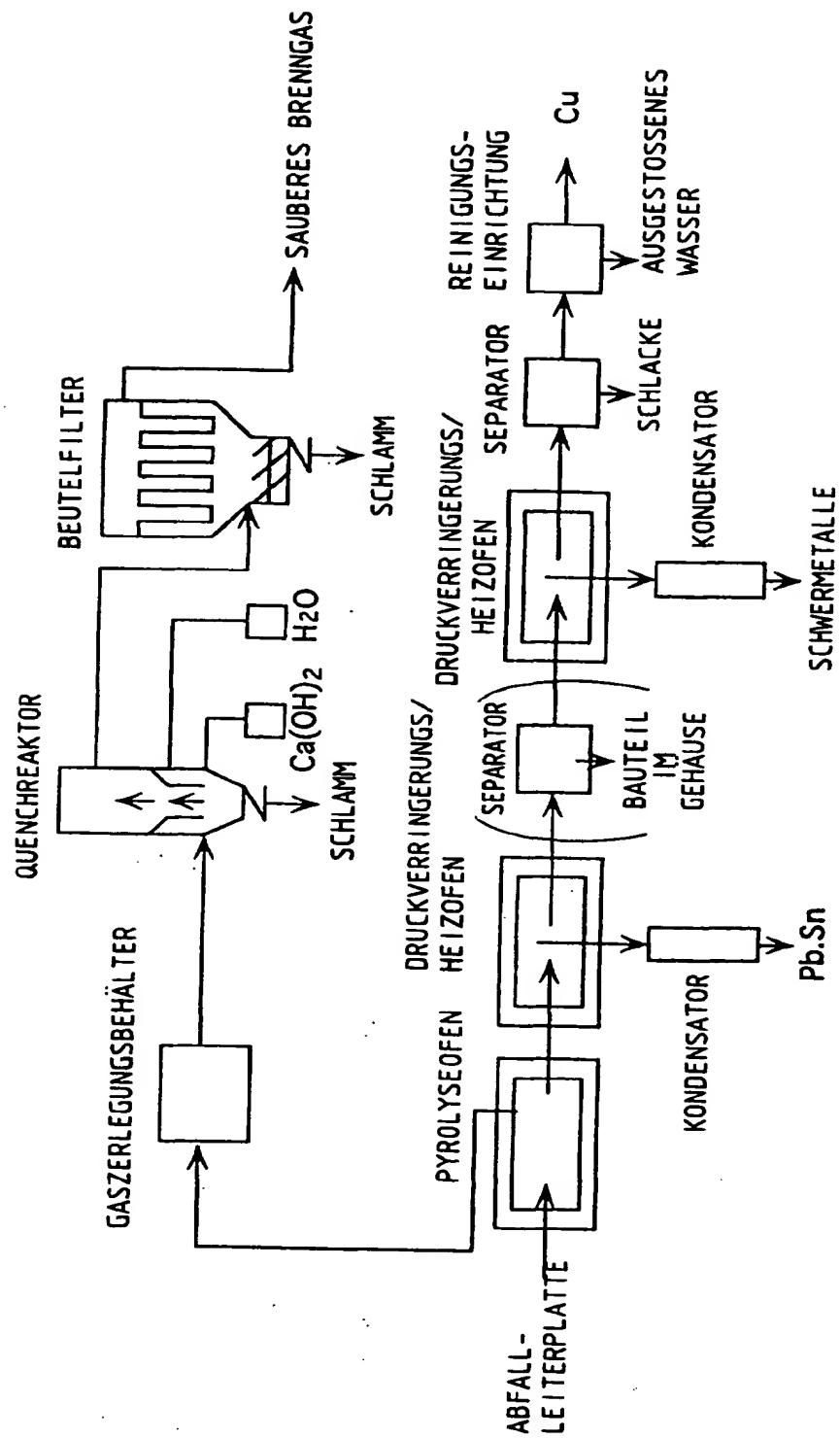
FIG. 60

FIG. 61



DE 197 816 54 T1

FIG. 62

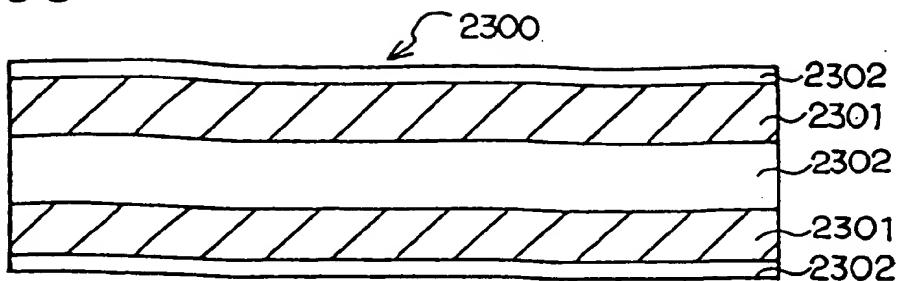


319

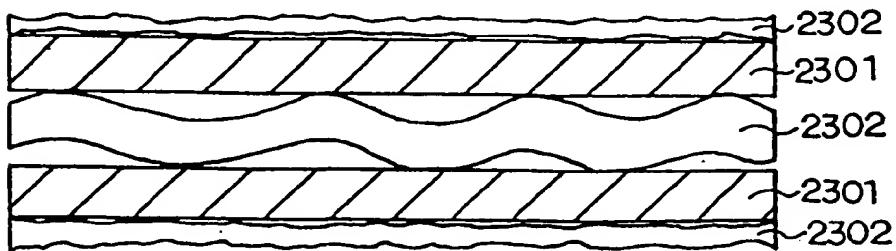
75 087

110E 197 81 654 T1

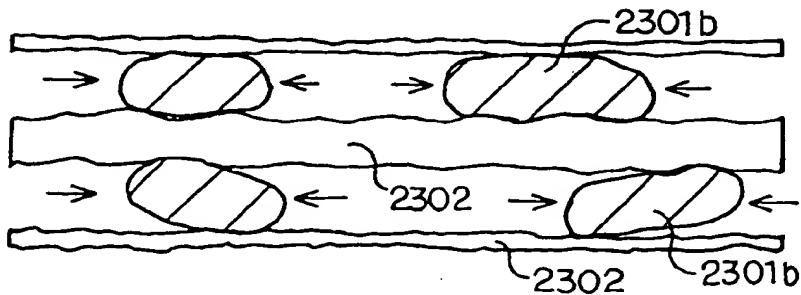
**FIG. 63**



**FIG. 64**



**FIG. 65**

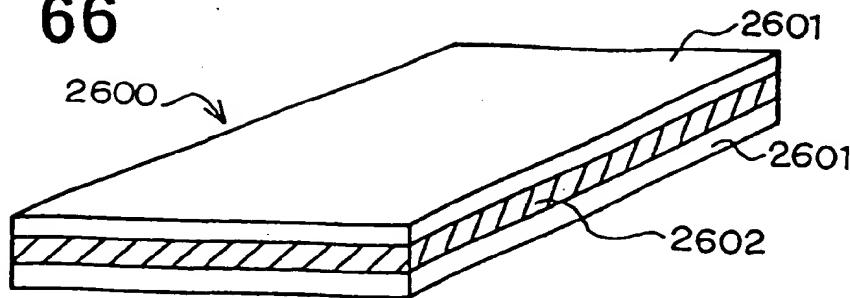


320

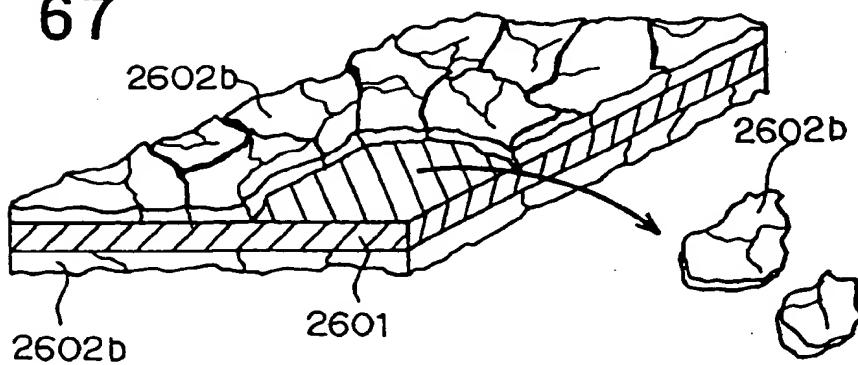
75 087

0.119731654 T1

**FIG. 66**



**FIG. 67**



**FIG. 68**

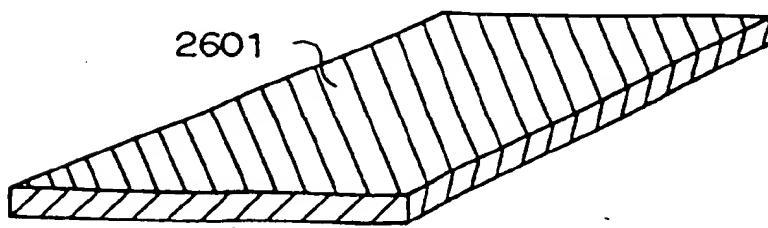


FIG. 1

